

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-3457

(43) 公開日 平成9年(1997)1月7日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 1 0 B 55/02			C 1 0 B 55/02	
57/04	1 0 1		57/04	1 0 1
57/08			57/08	
57/14			57/14	
C 1 0 G 1/00		9547-4H	C 1 0 G 1/00	G

審査請求 未請求 請求項の数21 O L (全 27 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平7-157476

(22) 出願日 平成7年(1995)6月23日

(71) 出願人 000004123

日本鋼管株式会社

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号

(72) 発明者 小西 武史

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日本鋼管株式会社内

(72) 発明者 古川 武

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日本鋼管株式会社内

(72) 発明者 上野 一郎

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日本鋼管株式会社内

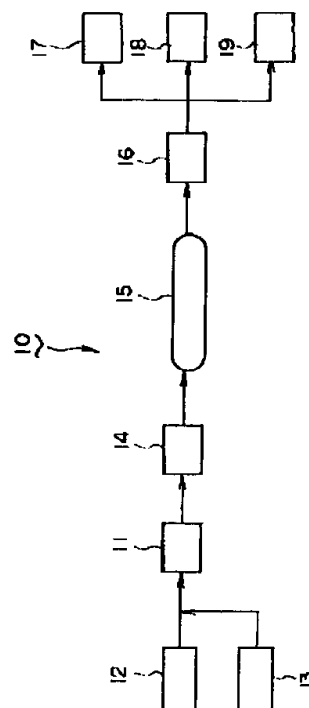
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54) 【発明の名称】 石炭並びに石炭とコールタールおよび/または重質油の混合物の処理方法

(57) 【要約】

【目的】、石炭の有効利用に適した石炭並びに石炭とコールタールおよび/または重質油との混合物の処理方法を提供する。

【構成】石炭12および重質油13を混合するための混合器である。混合器11の出口側には、サービスタンク14が、さらにその後段にはステンレス製反応管からなる反応器15が設けられている。反応器15の出口側には、気流層型の熱分解炉16が設けられている。ウィットバンク炭を粉砕し、FCCデカントオイル750kgとともに混合器11に導入し、混合してスラリーを得る。得られたスラリーを二軸スクレーポンプでサービスタンク14に導入し、一時貯留する。次に、サービスタンク14からスラリーを押し出しポンプにより反応器15に供給し、ここで250℃に加熱して、スラリー中の石炭をFCCデカントオイルで膨潤および固化させる。得られた膨潤炭を熱分解し、高カロリーガス17、タール、ガス液18および改質残渣19を分別回収する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 石炭とコールタールおよび／または重質油とを混合してスラリーを得る工程、

得られたスラリーを150ないし350℃に加熱してスラリー中の石炭をコールタールおよび／または重質油で膨潤させて膨潤炭を得る第1の処理工程、および、
得られた膨潤炭を600℃以下の温度で加熱して高カロリーガスを得る第2の処理工程を具備することを特徴とする高カロリーガスの製造方法。

【請求項2】 第1の処理工程の前に、スラリーを100ないし150℃の範囲内の温度で加熱してスラリーを脱水する脱水工程を具備する請求項1記載の高カロリーガスの製造方法。

【請求項3】 第1の処理工程ないし第2の処理工程を、内部をスラリーが移動するにつれて第1および第2の処理工程が進行するように温度勾配を設けたパイプ型熱処理装置を用いて行う請求項1または2に記載の高カロリーガスの製造方法。

【請求項4】 石炭とコールタールおよび／または重質油とを混合してスラリーを得る工程、

得られたスラリーを150ないし350℃に加熱してスラリー中の石炭をコールタールおよび／または重質油で膨潤させて膨潤炭を得る第1の処理工程、
得られた膨潤炭を加熱して膨潤炭から軽質成分を除去する第2の処理工程、および、
第2の処理工程の後に残された改質炭を得る工程を具備することを特徴とする石炭の改質方法。

【請求項5】 第1の処理工程の前に、スラリーを100ないし150℃の範囲内の温度で加熱してスラリーを脱水する脱水工程を具備する請求項4記載の石炭の改質方法。

【請求項6】 第1の処理工程ないし第2の処理工程を、内部をスラリーが移動するにつれて第1および第2の処理工程が進行するように温度勾配を設けたパイプ型熱処理装置を用いて行う請求項4または5に記載の石炭の改質方法。

【請求項7】 石炭とコールタールおよび／または重質油とを混合してスラリーを得る工程、

得られたスラリーを150ないし350℃に加熱してスラリー中の石炭をコールタールおよび／または重質油で膨潤させて膨潤炭を得る第1の処理工程、および、
得られた膨潤炭を加熱して膨潤炭からコールタールおよび／または重質油の軽質成分を分離および回収する第2の処理工程を具備することを特徴とするコールタールおよび／または重質油の改質方法。

【請求項8】 第1の処理工程の前に、スラリーを100ないし150℃の範囲内の温度で加熱してスラリーを脱水する脱水工程を具備する請求項7記載のコールタールおよび／または重質油の改質方法。

【請求項9】 第1の処理工程ないし第2の処理工程

2

を、内部をスラリーが移動するにつれて第1および第2の処理工程が進行するように温度勾配を設けたパイプ型熱処理装置を用いて行う請求項4または5に記載のコールタールおよび／または重質油の改質方法。

【請求項10】 石炭とコールタールおよび／または重質油とを混合してスラリーを得る工程、

得られたスラリーを150ないし350℃に加熱してスラリー中の石炭をコールタールおよび／または重質油で膨潤させて膨潤炭を得る第1の処理工程、

10 得られた膨潤炭を加熱して軽質成分を除去する第2の処理工程、

第2の処理工程の後に残された膨潤炭を600℃以下の温度で加熱して高カロリーガスを得る第3の処理工程、
第3の処理工程の後に残された膨潤炭の熱分解残渣を1200℃以下の温度で加熱してコークスを得る第4の処理工程、および、

第4の処理工程の後に残されたコークスを回収する工程を具備することを特徴とするコークスの製造方法。

20 【請求項11】 第1の処理工程の前に、スラリーを100ないし150℃の範囲内の温度で加熱してスラリーを脱水する脱水工程を具備する請求項10記載のコークスの製造方法。

【請求項12】 第1の処理工程ないし第4の処理工程を、内部をスラリーが移動するにつれて第1ないし第4の処理工程が進行するように温度勾配を設けたパイプ型熱処理装置を用いて行う請求項10または11に記載のコークスの製造方法。

【請求項13】 石炭とコールタールおよび／または重質油とを混合してスラリーを得る工程、

30 得られたスラリーを150ないし350℃に加熱してスラリー中の石炭をコールタールおよび／または重質油で膨潤させて膨潤炭を得る第1の処理工程、

得られた膨潤炭を加熱して軽質成分を除去する第2の処理工程、

第2の処理工程の後に残された膨潤炭を600℃以下の温度で加熱して高カロリーガスを得る第3の処理工程、および、

第3の処理工程の後に残された膨潤炭の熱分解残渣を1200℃以下の温度で加熱して膨潤炭を加熱分解して高濃度水素ガスを得る第4の処理工程、

40 を具備することを特徴とする高濃度水素ガスの製造方法。

【請求項14】 第1の処理工程の前に、スラリーを100ないし150℃の範囲内の温度で加熱してスラリーを脱水する脱水工程を具備する請求項13記載の高濃度水素ガスの製造方法。

【請求項15】 第1の処理工程ないし第4の処理工程を、内部をスラリーが移動するにつれて第1ないし第4の処理工程が進行するように温度勾配を設けたパイプ型熱処理装置を用いて行う請求項14または15に記載の

50

高濃度水素ガスの製造方法。

【請求項16】 石炭とコールタールおよび／または重質油とを混合してスラリーを得る工程、

得られたスラリーを150ないし350℃に加熱してスラリー中の石炭をコールタールおよび／または重質油で膨潤させて膨潤炭を得る第1の処理工程、

得られた膨潤炭を加熱して軽質成分を除去する第2の処理工程、

第2の処理工程の後に残された膨潤炭を600℃以下の温度で加熱して軽質成分を除去する第3の処理工程、

第3の処理工程の後に残された膨潤炭を1200℃以下の温度で加熱して膨潤炭を加熱分解して高濃度水素ガスを得る第4の処理工程、および、

第4の処理工程の後に残された残留炭素分をガス化剤存在下でガス化する第5の処理工程を具備することを特徴とする石炭とコールタールおよび／または重質油のガス化方法。

【請求項17】 第1の処理工程の前に、スラリーを100ないし150℃の範囲内の温度で加熱してスラリーを脱水する脱水工程を具備する請求項16記載の石炭とコールタールおよび／または重質油のガス化方法。

【請求項18】 第1の処理工程ないし第5の処理工程を、内部をスラリーが移動するにつれて第1ないし第5の処理工程が進行するように温度勾配を設けたパイプ型熱処理装置を用いて行う請求項16または17に記載の石炭とコールタールおよび／または重質油のガス化方法。

【請求項19】 石炭を150ないし350℃の範囲内の温度で加熱して石炭の初期熱分解ガスを回収する第1の処理工程、および、

第1の処理工程の後に石炭を350ないし1000℃の範囲内の温度で加熱して熱分解成分ガスを回収する第2の処理工程を具備することを特徴とする石炭からの熱分解成分ガスの回収方法。

【請求項20】 第1の処理工程の前に、石炭を100ないし150℃の範囲内の温度で加熱して石炭を脱水する脱水工程を具備する請求項19記載の石炭からの熱分解成分ガスの回収方法。

【請求項21】 第1の処理工程ないし第2の処理工程を、内部を石炭が移動するにつれて第1ないし第2の処理工程が進行するように温度勾配を設けたパイプ型熱処理装置を用いて行う請求項19または20に記載の石炭からの熱分解成分ガスの回収方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、石炭並びに石炭とコールタールおよび／または重質油との混合物の処理方法に関する。特に、高カロリーガスの製造方法、石炭の改質方法、コールタールおよび／または重質油の改質方法、コークスの製造方法、高濃度水素ガスの製造方法および

石炭並びに石炭とコールタールおよび／または重質油との混合物のガス化方法に関する。

【0002】

【従来の技術およびその課題】 従来、石炭資源の有効利用を目的として、高カロリーガスの製造、高濃度水素ガスの製造、コークスの製造、および、石炭ガス化技術が提案され、実施されている。

【0003】 第1に、石炭からの高カロリーガスの製造について説明する。石炭は、熱分解（乾留）により、高カロリーガスを含む種々のガスを発生する。従来、高カロリーガスの製造のための、石炭の熱分解方法およびガス化方法として、各種の方法が提案されている。例えば、高収率化を目的として、石炭の熱分解およびガス化を高温下もしくは高温高圧下、水素雰囲気中で行うことが提案されている。しかし、このような厳しい処理条件を実現するための設備は費用がかかる。一方、比較的温和な条件で石炭の熱分解およびガス化を行った場合には、カロリーが低い生成ガスを別途メタン化（メタネーション）する等して高カロリーガス化する必要が生じる。このため、処理工程数が増加し製造コストが増大する。

【0004】 一方、特開平2-151690号公報または特開平5-117662号公報に開示されているような、予め石炭を何らかの方法で改質し、熱分解およびガス化をできる限り温和な条件下で行う方法が提案されている。例えば、特開平2-151690号公報には、石炭粒子を水素供与性溶剤で膨潤させて、その後に急速熱分解を行う方法が開示されている。この方法によれば、石炭粒子を水素供与性溶剤に膨潤させない場合と比較して、熱分解処理後の残留物中の炭素質物質（チャー）の収率を数%低下させることができる。このチャーは付加価値が比較的低く、使用範囲も限られるため、チャーの収率は低いことが望ましい。

【0005】 しかしながら、上述の特開平2-151690号公報の方法は、石炭が温度が上昇して熱分解を開始し、ガス、ガス液、タールが揮発し始めると同時に、石炭の分解により生成したラジカルの重縮合も進行し、最終的にチャーまたはコークスと呼ばれる炭素質物質を多く生成する。従って、熱分解過程で生成するラジカルを素早くかつ効率的に安定化させることが、炭素質物質の低減に大きく寄与する。ところが、従来使用される水素供与性溶剤としては、分子量約100～200の低分子量成分を使用している。このため、この水素供与性溶剤は200～340℃の温度範囲で大部分が揮発し、また、わずかに残された水素供与性溶剤が熱分解してラジカルが生成する温度領域よりも低い。この結果、水素供与性溶剤および石炭由来のラジカルとの間で水素の授受が起こりにくく、炭素質物質の収量を低減し、ガスおよび液状生成物の収率を向上させることはそれほど期待できない。また、使用する水素供与性溶剤が高価であり、

5

工業化の点で経済的に不利である。

【0006】一方、昇温速度を著しく大きくすることにより、特に高温高压下で水素を使用することなく石炭から比較的高収率で有用なガスまたは液状生成物を得ることができるプロセスも存在する。しかし、このようなプロセスでは、チャーの収率が依然として高い。

【0007】一方、コークス炉で発生するコークス炉ガスを別のプロセスで利用することも検討されている。コークス炉ガスは製鉄所内の複製ガスの中で最もカロリーが高いが、その低位発熱量はせいぜい4000~5000 kcal/Nm³ 程度である。現在、製鉄所内では、このようなコークス炉ガスを高炉ガス、転炉ガス、および購入燃料ガスと組み合わせて各種の需要に 대응しているが、今後の製鉄所内でのガス需要に対しては、それだけでは対応が困難であり、より高カロリーガスが望まれている。

【0008】コークス炉ガスをより高カロリーのガスに転化すべく、これをメタン化する技術が提案されている（例えば、Q. YuanおよびB. K. Haung「常圧化のメタン化による都市ガスの製造」、Proc. Pittsburgh Coal Conf. Vol. 6th, Vol. 12, pp721-724, 1989）。しかしながら、このメタン化技術を実施する場合、コークス炉に加えてメタン化反応装置を初めとするガス変成設備が必要となり、コスト高の原因となる。加えて、このメタン化技術によると、得られたメタン化ガス中の二酸化炭素濃度が非常に高いものとなる。従って、これを実用化するためには、別途脱炭酸設備が必要である。

【0009】第2に、石炭からの高濃度水素ガスの製造について説明する。高濃度水素ガスは、例えば、化学工業、食品工業、石油精製業等に利用され、今後クリーンエネルギーとしての利用が期待されている。石炭は、上記説明したように、熱分解により、高カロリーガスを含む種々のガスを発生する。例えば、コークス炉では、熱分解の進行に伴って石炭から発生する熱分解ガスの主成分は、コールタール、ガス液からエチレン、エタンなどの高級炭化水素、メタン、炭酸ガス、一酸化炭素、水素へと変化する。コークス炉では、上記成分ガスは全て同一の上昇管に集められるので、得られるコークス炉ガスはこれらの成分ガスの混合物である。このため、高濃度水素ガスをこのコークス炉ガスから得るためには、ガス精製設備が別途必要となる。

【0010】特開昭57-3882号公報には、コークス炉への石炭装入から乾留が終了するまでの所要時間のうち、最初の55~75%の時間内に発生するメタンおよび炭化水素の含有率が高い高カロリー成分ガスと、残りの45~75%の時間内に発生する水素含有率の高い成分ガスとを別々に回収する技術が開示されている。しかしながら、コークス炉では、炉壁部と炉中心部とで乾

6

留温度が異なり、発生するガスの成分は炉幅方向において均一でない。このため、炭化水素成分ガス中への水素の混入あるいは高濃度水素ガスへのメタンや炭化水素の混入が避けられず、目的とする高カロリーガスや水素ガスを高濃度で得ることができない。

【0011】第3に、コークスの製造について説明する。コークスは、石炭の高温乾留によって得られる。石炭は、各種のマセラルにより構成された不均一な物質であるため、コークス製造時には、350~500℃の軟化溶解温度域時において石炭組織中の活性成分と不活性成分の混合物が溶解結合する必要がある。従って、製鉄用の塊コークスを製造するためには、加熱過程の上記温度領域で軟化溶解し、一定の石炭化度を有するいわゆる粘結炭が必要である。そのため、発電用または燃料用などに使用される石炭に比べ比較的高価な石炭を使用しなければならない。

【0012】さらに、将来的な原料炭の枯渇およびそれによる価格の高騰を考慮すると、今後劣質炭の有効利用の必要性がますます重要になる。ところが、風化炭または非粘結炭、微粘結炭または弱粘結炭のように活性成分の少ない劣質炭をコークス原料として使用した場合、活性成分の接着が不十分になる。この結果、コークス塊が得られないか、あるいは得られたとしても塊コークス歩留まりやコークス強度が低下する。

【0013】このような事情から、製鉄用コークス製造を目的とし、軟化溶解性の劣る比較的低価な石炭に石炭系ピッチあるいは石油系ピッチを粘結剤として添加し、冶金用コークスを製造する技術が確立されている（例えば特開昭58-61177号公報）。

【0014】しかしながら、上述の冶金用コークスを製造するための石炭への粘結剤の添加では、石炭と粘結剤を均一に混合することが難しい。特に石炭内部の微細空隙内部にまで石炭系ピッチあるいは石油系ピッチを浸透させることは不可能である。このため、石炭の乾留時に粒子同士の接着が十分になされないという問題が生じる。例えば、開示されている方法では、せいぜい3~50μmの粒子を結合するのみであり、本来のコークスの原料となる原料炭のような石炭粒子内のマセラル成分レベルまでの結合は不可能である。

【0015】また、この他にも粘結剤の流動によって偏析がおり、得られるコークスの性状が不均一になる。このため、塊歩留まりが低下したり、さらにはコークス強度が低下するなど種々の不都合が生じている。加えて、粘結剤の流動による偏析によって炉壁面への炭素の付着や揮発による炉壁への熱分解炭素の付着により、窯出しが困難になるという問題も有している。

【0016】第4に石炭ガス化技術について説明する。石炭資源の有効利用を背景として既に種々の石炭ガス化技術が確立されている。このような石炭ガス化プロセスの評価基準の一つとして炭素利用率が挙げられる。すな

わち、石炭ガス化プロセスでは、最終的に生成される飛灰や主灰中に残留する炭素分が低いことが要求される。このため、多くの石炭ガス化プロセスにおいて石炭ガス化により発生したチャー等の固体炭素分を別途燃焼させる必要が生じている。

【0017】また、従来の石炭ガス化技術では、石炭中の灰分（無機不純物）は、スラグとして1500℃以上の極めて高い温度で熔融させてガス化装置から排出している。このため、溶解スラグによる閉塞等の操業上のトラブルが起りやすい。

【0018】以上説明したような石炭の利用の他に、石油精製分野では、減圧蒸留残油を熱分解し、軽油、ガス、ピッチ、チャーまたはコークスを得る重質油熱分解プロセスとして、ディレードコーキング、フレキシコーキング、EUREKA、CHERRY-P、ビスブレーキング等の各種プロセスが知られている。例えば、燃料油製造を目的としたビスブレーカーは、熱分解条件が温和であるため、重質油をc o i l内で液状のまま熱分解でき、連続プロセスとしての有利性を有する。また、フレキシコーキングは、重質油を可能な限りガスに変換することを目的としており、この方法で生成したコークスをガス化している。

【0019】しかしながら、石油系重質油の熱分解プロセスであるフレキシコーキングは、ガス収率を高めるために、熱分解で生じたコークスをプロセス内で循環使用し、一部ガス化しており、高度な運転技術を必要とする。また、ビスブレーキングは、熱分解条件が温和な反面、重質燃料の収率が高く、その利用価値が小さい。

【0020】また、石炭と重質油を混合して燃料として使用する方法として、例えば、特開昭60-115963号公報に開示されるCOM (Coal Oil Mixture) が行われている。この方法は、石炭をスラリー化することにより連続的に反応プロセスに供することができる点では優位性を見いだせるが、燃焼用燃料としての利用を意図したものであるため、高カロリーガスの製造には適用できない。また、COMの燃焼プロセスでは、重質油は単に燃料として使用されるのみなので、重質油を有効に利用したとはいえない。さらに、COM製造時には石炭スラリーを安定に分散させるため、高価な添加剤を必要とする。

【0021】本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、石炭の有効利用に適した石炭並びに石炭とコールタールおよび／または重質油との混合物の処理方法を提供する。

【0022】

【課題を解決するための手段および作用】本発明は、第1に、石炭とコールタールおよび／または重質油とを混合してスラリーを得る工程、得られたスラリーを150ないし350℃に加熱してスラリー中の石炭をコール

1の処理工程、および、得られた膨潤炭を600℃以下の温度で加熱して高カロリーガスを得る第2の処理工程を具備することを特徴とする高カロリーガスの製造方法を提供する。

【0023】また、本発明は、第2に、石炭とコールタールおよび／または重質油とを混合してスラリーを得る工程、得られたスラリーを150ないし350℃に加熱してスラリー中の石炭をコールタールおよび／または重質油で膨潤させて膨潤炭を得る第1の処理工程、得られた膨潤炭を加熱して膨潤炭から軽質成分を除去する第2の処理工程、および、第2の処理工程の後に残された改質炭を得る工程を具備することを特徴とする石炭の改質方法を提供する。

【0024】また、本発明は、第3に、石炭とコールタールおよび／または重質油とを混合してスラリーを得る工程、得られたスラリーを150ないし350℃に加熱してスラリー中の石炭をコールタールおよび／または重質油で膨潤させて膨潤炭を得る第1の処理工程、および、得られた膨潤炭を加熱して膨潤炭からコールタールおよび／または重質油の軽質成分を分離および回収する第2の処理工程を具備することを特徴とするコールタールおよび／または重質油の改質方法を提供する。

【0025】また、本発明は、第4に、石炭とコールタールおよび／または重質油とを混合してスラリーを得る工程、得られたスラリーを150ないし350℃に加熱してスラリー中の石炭をコールタールおよび／または重質油で膨潤させて膨潤炭を得る第1の処理工程、得られた膨潤炭を加熱して軽質成分を除去する第2の処理工程、第2の処理工程の後に残された膨潤炭を600℃以下の温度で加熱して高カロリーガスを得る第3の処理工程、第3の処理工程の後に残された膨潤炭の熱分解残渣を1200℃以下の温度で加熱してコークスを得る第4の処理工程、および、第4の処理工程の後に残されたコークスを回収する工程を具備することを特徴とするコークスの製造方法を提供する。

【0026】また、本発明は、第5に、石炭とコールタールおよび／または重質油とを混合してスラリーを得る工程、得られたスラリーを150ないし350℃に加熱してスラリー中の石炭をコールタールおよび／または重質油で膨潤させて膨潤炭を得る第1の処理工程、得られた膨潤炭を加熱して軽質成分を除去する第2の処理工程、第2の処理工程の後に残された膨潤炭を600℃以下の温度で加熱して高カロリーガスを得る第3の処理工程、および、第3の処理工程の後に残された膨潤炭を1200℃以下の温度で加熱して高濃度水素ガスを得る第4の処理工程を具備することを特徴とする高濃度水素ガスの製造方法を提供する。

【0027】本発明は、第6に、石炭とコールタールおよび／または重質油とを混合してスラリーを得る工程、得られたスラリーを150ないし350℃に加熱してス

ラリー中の石炭をコールタールおよび／または重質油で膨潤させて膨潤炭を得る第1の処理工程、得られた膨潤炭を加熱して軽質成分を除去する第2の処理工程、第2の処理工程の後に残された膨潤炭を600℃以下の温度で加熱して高カロリーガスを得る第3の処理工程、第3の処理工程の後に残された膨潤炭の熱分解残渣を1200℃以下の温度で加熱して高濃度水素ガスを得る第4の処理工程、および、第4の処理工程の後に残された残留炭素分をガス化剤存在下でガス化する第5の処理工程を具備することを特徴とする石炭とコールタールおよび／または重質油のガス化方法を提供する。

【0028】また、本発明は、第7に、石炭を150ないし350℃の範囲内の温度で加熱して石炭の初期熱分解ガスを回収する第1の処理工程、および、第1の処理工程の後に石炭を350ないし1000℃の範囲内の温度で加熱して熱分解成分ガスを回収する第2の処理工程を具備することを特徴とする石炭からの熱分解成分ガスの回収方法を提供する。

【0029】以下、本発明をさらに詳細に説明する。

【0030】本発明は、次のような新しい知見に基づいて完成されたものである。；まず、石炭とコールタールおよび／または重質油とを混合してスラリーとする。次に、このスラリーを150～350℃に加熱して、スラリー中の石炭をコールタールおよび／または重質油で膨潤させる。本明細書では、石炭粉末内部までコールタールおよび／または重質油が浸透し、膨潤固化した石炭を「膨潤炭」と呼ぶ。得られた膨潤炭は、石炭の熱分解性および粘結性の点で優れているため、この膨潤炭を熱分解して得られる高カロリーガス、高濃度水素ガス、コークス等を高品質でかつ高効率で得ることができる。また、膨潤炭の熱分解により、膨潤炭から軽質成分を除去して、コークスの製造に適した石炭を得ることができる。また、膨潤炭から重質成分を含まない良質のコールタールおよび重質油を得ることができる。

【0031】さらに、石炭より熱分解成分ガスを回収する方法において、石炭を熱分解して高カロリーガスを含む各種分解ガスを発生させる前の予備的な処理工程で、石炭を150～350℃の範囲内の温度で加熱して二酸化炭素等を含む初期熱分解ガスを回収することにより、後の高カロリーガスを得る工程での回収ガス中への二酸化炭素等の低カロリーガス成分の混入を防止できることがわかった。

【0032】以下、各々の発明についてさらに詳細に説明する。第1の発明は、石炭からの高カロリーガスの製造方法である。この方法では、まず、石炭とコールタールおよび重質油の少なくとも一方（以下、コールタールおよび／又は重質油と記す）を、例えば混合器で混合してスラリーとする。ここで、処理対象である石炭は、特に制限はなく、例えば、泥炭、褐炭、亜瀝青炭、瀝青炭等を使用することができる。また、石炭粉末の粒度は、

コールタールまたは重質油とともに混合してスラリー化するために粒径約5mm以下が好ましく、より好ましくは100μm以下がよい。石炭を粉砕するためには、機械せん断式粉砕機、高速回転式衝撃粉砕機、ボールミル、ロッドミル、ジェットミル等が使用できるが、ボールミルまたはロッドミルは石炭とコールタールおよび／または重質油との混合も同時に行うことができるのでより好ましい。

【0033】コールタールは、特に限定されないが、製鉄プロセスにおいてコークス炉から副生するものを好適に使用することができる。重質油としては、直留系である常圧残油、減圧残油、アスファルテンや、分解系であるエチレンタール、FCCデカントオイル等の石油系重質油が用いられる。さらに、石炭系の石炭液化残油やオイルサンド系のオリノコタール、コールドレック等も使用できる。

【0034】石炭とコールタールおよび／または重質油と石炭の混合のための手段としては、両成分が均一に混合できるものであれば特に制限されないが、スクリュ混合機、ボールミル、ロッドミル等を使用できる。ボールミルおよびロッドミルは混合と同時に粉砕も行うことができるので好ましい。

【0035】混合時間は、混合比率に応じて適宜選択すればよいが、ボールミルやロッドミル等を使用し粉砕を兼ねる場合は、石炭の種類にもよるが、5分から60分が好ましい。また、混合の温度は、スラリーが固化しないようにするため、100℃未満に保つ必要がある。

【0036】粉末状の石炭とコールタールおよび／または重質油との混合比率は特に規定されないが、重量比で1：1以上であることが好ましい。固体の膨潤炭を得るためには1：5以下にする必要があるが、液体状の膨潤炭でよければこの限りでない。

【0037】得られたスラリーを、例えば、2軸スクリュポンプ等のポンプによって次の工程に導入する。このとき、スラリーを直接次の工程に導入してもよいが、一旦サービスタンク等の貯蔵手段に導き、貯蔵しておくこともできる。この貯蔵においても、タンク内の温度はスラリーの膨潤が起これないように100℃未満に保つ必要がある。

【0038】次に、スラリーを150～350℃に加熱する。これにより、コールタールおよび／または重質油が、石炭内部の微細空隙内まで浸透する。この結果、石炭が膨潤し、やがて固化して、膨潤炭を得る。

【0039】ここで、処理温度（以下、膨潤固化温度という）を150～350℃に限定したのは、150℃未満の温度では石炭の膨潤化に著しく時間がかかるためであり、一方、350℃を越えるとスラリーからの脱油が起これ、石炭膨潤化の効率が低下するからである。

【0040】ここでの加熱時間は、膨潤固化温度に依存し、膨潤固化が十分に起こる時間であればよい。例え

11

ば、膨潤固化温度が350℃であれば、1〜10時間が好適である。

【0041】最後に、膨潤炭を熱分解してガスを得る。膨潤炭は、石炭と石炭の微細構造内に浸透した重質油を含む。膨潤炭は、従来の石炭の熱分解方法と同様の手順で熱分解される。例えば、膨潤炭の熱分解は不活性雰囲気または水素雰囲気中で行われる。

【0042】この熱分解過程で得られるガスは、メタン、一酸化炭素、二酸化炭素、エタン、エチレン、プロパン、プロピレン、n-ブタン、i-ブタン等を含む高カロリーガスである。

【0043】この膨潤炭の熱分解工程での処理温度は600℃以下である。処理温度が600℃を超えた場合には、膨潤炭から水素等のカロリーの低い分解成分ガスが発生し、得られるガスのカロリーが低下するからである。処理温度の下限値は、原料の石炭、コールタール、重質油の性状等を考慮して選択することができるため、特に限定されない。しかしながら、好ましくは、膨潤炭の熱分解が起こり得る温度以上であり、プロセス全体の熱効率を考慮すると、先だて行われる膨潤工程の処理温度よりも高い温度であることがより好ましい。具体的には、膨潤炭の熱分解温度は400℃ないし600℃の範囲内から適宜選択される。

【0044】本発明の高カロリーガスの製造方法において、石炭をコールタールおよび/または重質油で膨潤させるための加熱処理(第1の処理工程)、および、第1の処理工程で得られた膨潤炭を熱分解するための加熱処理(第2の処理工程)は、様々な種類の反応容器を用いて行うことができる。例えば、単一のバッチタイプの反応容器(例えば、φ400×5000mmのステンレス製反応管)に収容し、まず、反応容器の内部を150〜350℃の範囲内の温度に均一に設定して、第1の処理工程を行う。次いで、反応容器の内部を600℃以下の任意の温度に昇温して、第2の処理工程を行う。

【0045】また、複数の反応容器を用いることも可能である。すなわち、第1の処理工程および第2の処理工程のための反応容器を夫々別個に用意する。1番目の反応容器の内部温度を150〜350℃の範囲内の温度に均一に設定し、2番目の反応容器の内部温度を600℃以下の任意の温度に均一に設定する。そして、被処理体であるスラリーを順次供給して第1および第2の処理工程を施すことが可能である。

【0046】また、複数の異なる温度の区域を有し、内部をスラリーが移動するにつれて石炭の膨潤および固化、並びに膨潤炭の熱分解が進行するように温度勾配を設けたパイプ型熱処理装置を用いることができる。この第1の発明の方法の場合、パイプ型熱処理装置を被処理体が移動するにつれて、複数の区域のうち、150〜350℃の範囲内の温度に設定された区域において第1の処理工程が施され、これらの区域に続いて設けられた6

12

00℃以下の温度に設定された区域において第2の処理工程が施される。このようなパイプ型熱処理装置を用いた場合、第1の処理工程で加熱された被処理体の顕熱を第2の処理工程で高効率で利用できる点、連続処理により生産効率を向上できる点、バッチ処理において必要となる各反応器間の移載装置が不要となる等の設備の簡略化が可能となる点の他に、第1の処理工程によって第2の処理工程で回収される高カロリーガス中への二酸化炭素等の低カロリーガスが混入するのを防止できる等の利点がある。

【0047】第1の処理工程により石炭の膨潤化を行う前に、石炭とコールタールおよび/または重質油からなるスラリーを脱水することもできる。スラリーの脱水は、スラリーを100〜150℃の範囲内の温度で加熱することにより行われる。処理温度が100℃未満では脱水の効率が著しく低いからであり、一方、処理温度が150℃を超えると石炭の膨潤が始まり、その際に水分の蒸発によるフォーミング、突沸が起こるからである。このスラリーの脱水により、水分含有率が高い石炭やコールタールおよび/または重質油を使用しても、安定に膨潤固化を行うことができる利点がある。

【0048】上述のような高カロリーガスの製造方法によれば、石炭粉末とコールタールおよび/または重質油とのスラリーを、150〜350℃の範囲内の膨潤固化温度で加熱して、石炭をコールタールおよび/または重質油で膨潤させることにより、コールタールおよび/または重質油は、石炭の微細構造内に深く浸透し、石炭粉末の容積および細孔径を増加させる。この結果、後の熱分解工程において、石炭の比表面積が大きくなり、かつ、水素供与性溶剤からの水素ラジカルと、石炭の熱分解により生成したラジカルが接触する確率が増加する。また、この膨潤・固化工程で、石炭中の水素結合やπ電子間相互作用等のような非共有結合が緩和され、石炭の熱分解が促進される。

【0049】また、膨潤炭の中にはコールタール中または重質油中の重質成分が存在している。このため、後の熱分解工程で重質油から水素ラジカルが放出される。この結果、石炭熱分解由来のラジカルに十分な水素ラジカルを供給し、重縮合によるチャーのような炭素質物質の生成が抑制される。

【0050】さらに、熱分解工程では、その前の膨潤・固化によって石炭中の水素結合やπ電子間相互作用等が緩和されるので、熱分解時の高カロリーガスの生成量が増加する。

【0051】次に、第2の発明の石炭の改質方法について説明する。本発明は、石炭、特に、劣質炭を原料として、粘結性が向上し、強度の大きい冶金用コークス原料となりうる石炭を得ることを目的とする。

【0052】この方法では、第1に、石炭をコールタールおよび/または重質油と混合し、スラリーとする。ス

13

ラリーは第1の発明と同様の手順に従って調製される。被処理体である石炭は、特に制限はなく、例えば、泥炭、褐炭、亜瀝青炭、瀝青炭等を使用することができる。また、石炭粉末の粒度は、第1の発明と同様に、コールタールまたは重質油とともに混合してスラリー化するために粒径約5 mm以下が好ましく、より好ましくは100 μ m以下がよい。

【0053】また、コールタールおよび重質油は、第1の発明で用いられるものと同様である。石炭とコールタールおよび／または重質油との混合比率についても、第1の発明の場合と同様である。

【0054】次いで、得られたスラリーを、150～350℃の範囲内の温度で加熱してスラリー中の石炭をコールタールおよび／または重質油で膨潤させて膨潤炭を得る。この石炭の膨潤化のための第1の処理工程は、第1の発明で説明した第1の処理工程と同様の手順に従って行われる。この第2の発明においても、第1の発明と同様に、膨潤固化温度を150～350℃の範囲内に限定したのは、150℃未満の温度では石炭の膨潤化に著しく時間がかかるためであり、一方、350℃を越えるとスラリーからの脱油が起り、石炭膨潤化の効率が低下するからである。

【0055】この後、得られた膨潤炭から軽質成分を除去して、改質炭を得る。ここで膨潤炭の軽質成分とは、原料にコールタールを用いた場合には、コールタール中の減圧ピッチを除く留分に相当し、例えば、タール酸、ナフタリン類またはアントラセン類が含まれる。膨潤炭から軽質成分の除去方法は、特に限定されないが、例えば、膨潤炭を、常圧下または減圧下で加熱することによって行う。膨潤炭から軽質成分を除去するための処理温度は、特に限定されないが、例えば、常圧下では350℃～400℃の範囲内から適宜選択される。

【0056】また、軽質成分の除去には、例えば、ニードタイプあるいはスパイラル式によって固体を移送若しくは排出することができ、連続的に揮発性物質を除去できる脱気機能を兼ね備えた反応蒸発装置または乾燥装置等を利用できる。

【0057】第1の処理工程により石炭の膨潤化を行う前に、上述の第1の発明と同様に、石炭とコールタールおよび／または重質油からなるスラリーを脱水することもできる。

【0058】この膨潤炭からの軽質成分の除去のための第2の処理工程では、先に述べたように、コールタールおよび／または重質油が石炭粉末の微細空隙内に十分浸透しているため、重質成分は、軽質成分に比べ膨潤炭から分離されにくくなっている。このため重質成分は加熱容器中の膨潤炭中に残る。従って、得られた改質炭は、冶金用コークスの原料として優れた性質を有する石炭である。なお、ここで、石炭の重質成分とは、原料にコールタールを用いた場合には、コールタール中の減圧ピッチ

14

に相当する成分のことをいう。

【0059】上述のように、第2の発明の石炭の改質方法によれば、石炭とコールタールおよび／または重質油を混合してスラリーとし、膨潤化工程を経ることによって、コールタールおよび／または重質油が石炭の内部まで浸透し、重質成分の固定化が十分進行することになる。特に、コールタールやコールタールピッチは、石炭中のミセル集合体と容易に相互作用を及ぼし合うので、膨潤反応用溶剤として優れている。次いで得られた膨潤炭をそのまま移送しながら、もしくは蒸発装置等の加熱装置に導き、加熱して軽質成分を除去して改質炭を得る。このような膨潤炭において、重質成分は軽質成分より膨潤炭から分離しにくいため、軽質成分を容易に除去することができ、改質された石炭を得ることができる。

【0060】第2の発明の方法では、上述の第1の発明と同様に、石炭をコールタールおよび／または重質油で膨潤させるための第1の処理工程、および、第1の処理工程で得られた膨潤炭から軽質成分を除去するための第2の加熱処理を、例えば、単一のバッチタイプの反応容器、工程毎に設けられた複数の反応容器、および、複数の異なる温度の区域を有し、内部を被処理体が移動するにつれて第1および第2の処理工程が進行するように温度勾配を設けたパイプ型熱処理装置等のいずれのタイプの反応容器を用いても行うことができる。

【0061】第3の発明は、コールタールまたは重質油の改質方法である。この方法では、コールタールまたは重質油、コールタールおよび重質油の混合物から重質成分を除去することを目的とする。

【0062】まず、第1に、コールタールおよび／または重質油を石炭と混合してスラリーを得る。ここで使用されるコールタールは、特に限定されないが、製鉄プロセスにおいてコークス炉から副生するものを好適に使用することができる。重質油としては、直留系である常圧残油、減圧残油、アスファルテンや、分解系であるエチレンタール、FCCデカントオイル等の石油系重質油が用いられる。さらに、石炭系の石炭液化残油やオイルサンド系のオリノコタール、コールドレック等も使用できる。これらのコールタールおよび重質油は、軽質成分および重質成分の両方を含んでいる。軽質成分とは、例えば、石油重質油においては、いわゆるオイル分のことをいい、飽和炭化水素、単環から二環の芳香族炭化水素を含んでいる。一方、重質成分とは、レジン分およびアスファルテン分のことをいい、高分子飽和炭化水素や多環芳香族炭化水素を含んでいる。コールタールおよび重質油の改質物を、以下、改質タールと呼ぶ。

【0063】本工程で使用しうる石炭は、特に制限はなく、第1の発明で用いられるものと同様である。

【0064】コールタールおよび／または重質油の混合は、第1の発明と同様に行われる。

【0065】次に、得られたスラリーを150～350℃

15

℃で加熱してコールタールおよび／または重質油で石炭を膨潤および固化させる。このコールタールおよび／または重質油で石炭を膨潤化するための第1の処理工程は、第1の発明で説明した第1の処理工程と同様の手順に従って行われる。この第3の発明においても、第1の発明と同様に、膨潤固化温度を150～350℃の範囲内に限定したのは、150℃未満の温度では石炭の膨潤化に著しく時間がかかるためであり、一方、350℃を越えるとスラリーからの脱油が起こり、石炭膨潤化の効率が低下するからである。

【0066】この結果、コールタールおよび／または重質油は、加熱によって石炭粉末内部の微細空隙内まで浸透し、石炭を膨潤して膨潤炭が得られる。

【0067】次に、膨潤炭を加熱して改質タールを分離および回収する。膨潤炭からの改質タルの分離および回収は、特に限定されないが、例えば、膨潤炭を、常圧下または減圧下で加熱することによって行う。膨潤炭から軽質成分を除去するための処理温度は、特に限定されないが、例えば、常圧下では350℃～400℃の範囲内から適宜選択される。

【0068】第1の処理工程により石炭の膨潤化を行う前に、上述の第1の発明と同様に、石炭とコールタールおよび／または重質油からなるスラリーを脱水することもできる。

【0069】この膨潤炭からの軽質成分の除去のための第2の処理工程では、先に述べたように、コールタールおよび／または重質油が石炭粉末の微細空隙内に十分浸透しているため、重質成分は、軽質成分に比べ膨潤炭から分離されにくくなっている。このため重質成分は加熱容器中の膨潤炭中に残り、原料のコールタールおよび／または重質油中の軽質成分のみが選択的に得られる。

【0070】第3の発明の方法では、上述の第1の発明と同様に、石炭をコールタールおよび／または重質油で膨潤させるための第1の処理工程、および、第1の処理工程で得られた膨潤炭から改質タールを回収するするための第2の処理工程を、例えば、単一のバッチタイプの反応容器、工程毎に設けられた複数の反応容器、および、複数の異なる温度の区域を有し、内部を被処理体が移動するにつれて第1および第2の処理工程が進行するように温度勾配を設けたパイプ型熱処理装置等のいずれのタイプの反応容器を用いても行うことができる。

【0071】第4の発明は、コークスの製造方法である。この方法では、第1に、石炭をコールタールおよび／または重質油と混合し、スラリーとする。スラリーは第1の発明と同様の手順に従って調製される。被処理体である石炭は、特に制限はなく、第1の発明と同様のものを使用することができる。また、コールタールおよび重質油は、第1の発明で用いられるものと同様である。石炭とコールタールおよび／または重質油との混合比率についても、第1の発明の場合と同様である。

16

【0072】次いで、得られたスラリーを、150～350℃の範囲内の温度で加熱してスラリー中の石炭をコールタールおよび／または重質油で膨潤させて膨潤炭を得る。この石炭の膨潤化のための第1の処理工程は、第1の発明で説明した第1の処理工程と同様の手順に従って行われる。この第4の発明においても、第1の発明と同様に、膨潤固化温度を150～350℃の範囲内に限定したのは、150℃未満の温度では石炭の膨潤化に著しく時間がかかるためであり、一方、350℃を越えるとスラリーからの脱油が起こり、石炭膨潤化の効率が低下するからである。

【0073】次に、膨潤炭を加熱して軽質成分を分離する。膨潤炭からの軽質成分を分離するための加熱処理（第3の処理工程）は、特に限定されないが、例えば、膨潤炭を、常圧下または減圧下で加熱することによって行う。膨潤炭から軽質成分を除去するための処理温度は、特に限定されないが、例えば、常圧下では350℃～400℃の範囲内から適宜選択される。

【0074】この後、軽質成分が除去された膨潤炭を熱分解して高カロリーガスを除去する。膨潤炭から高カロリーガスの除去は、600℃以下の温度で膨潤炭を加熱して行われる。処理温度が600℃を超えた場合には、膨潤炭から水素等のカロリーの低い分解成分ガスが発生し、得られるガスのカロリーが低下するからである。処理温度の下限値は、原料の石炭、コールタール、重質油の性状等を考慮して選択することができるため、特に限定されない。しかしながら、好ましくは、膨潤炭の熱分解が起こり得る温度以上であり、プロセス全体の熱効率を考慮すると、先だって行われる膨潤工程の処理温度よりも高い温度であることがより好ましい。具体的には、膨潤炭の熱分解温度は400℃～600℃の範囲内から適宜選択される。しかしながら、高カロリーガスの回収が必要がない場合には、処理温度が必ずしも600℃以下である必要はない。

【0075】この第3の処理工程の工程では、先に述べたように、コールタールおよび／または重質油が石炭粉末の微細空隙内に十分浸透しているため、重質成分は、軽質成分に比べ膨潤炭から分離されにくくなっている。このため、重質成分は膨潤炭中に残る。

【0076】最後に、高カロリーガスが除去された膨潤炭を、さらに熱分解してコークスを得る。この膨潤炭からコークスを得るための加熱処理（第4の処理工程）は、1200℃以下の温度で行われる。処理温度が1200℃を超えた場合には、コークス強度が低下するからである。処理温度の下限値は、原料の石炭、コールタール、重質油の性状等を考慮して選択することができるため、特に限定されない。しかしながら、好ましくは、膨潤炭の芳香族縮合環の大きさの増大と、三次元的結合の生成が起こり得る温度以上であり、プロセス全体の熱効率を考慮すると、先だって行われる膨潤工程の処理温度

17

よりも高い温度であることがより好ましい。具体的には、処理温度は700℃～1200℃の範囲内から適宜選択される。

【0077】なお、第1の処理工程により石炭の膨潤化を行う前に、上述の第1の発明と同様に、石炭とコールタールおよび/または重質油からなるスラリーを脱水することもできる。

【0078】本発明の方法により得られるコークスは、第1の処理工程による石炭の膨潤工程において、原料の風化炭、または非粘結炭、微粘結炭、もしくは弱粘結炭等の石炭に、コールタールおよび/または重質油によって粘結性が付与され、粘結性を有する原料炭並に改質される。このため、第3の処理工程による高カロリーガス回収工程での低温乾留に続く、第4の処理工程による膨潤炭の高温乾留によって、強度の大きい強靱な塊コークスを得ることができる。特に、コールタールやコールタールピッチを用いた場合、石炭中のミセル集合体と容易に相互作用を及ぼし合い、膨潤反応が特に促進される。また、膨潤をつかさどるコールタールやコールタールピッチ中の多環芳香族化合物の作用で粘結性が著しく改善され、強靱なコークスを得ることができる。

【0079】第4の発明の方法では、上述の第1の発明と同様に、例えば、単一のバッチタイプの反応容器、工程毎に設けられた複数の反応容器、および、複数の異なる温度の区域を有し、内部を被処理体が移動するにつれて第1ないし第4の処理工程が進行するように温度勾配を設けたパイプ型熱処理装置等のいずれのタイプの反応容器を用いることができる。

【0080】より具体的には、例えば、石炭とコールタールおよび/または重質油の混合物スラリーを、チューブ型の反応器内で移送しながら、膨潤（第1の処理工程）、軽質成分除去（第2の処理工程）、低温および高温熱分解（第3、第4の処理工程）を一貫して行う方法や、石油系重質油スラリーを移送しながら低温熱分解（第3の処理工程）し、さらに複数のドラム型反応器内で半回分式で最終工程（第4の処理工程）を行なってコークスを得る、いわゆるディレードコーカーと同様の方法が使用できる。また、脱水、膨潤工程までをスラリーとして取り扱い、固化、軽質成分除去、低温乾留および高温乾留工程を固体として別の反応器によって行うこともできる。

【0081】第5の発明は、高濃度水素ガスの製造方法である。ここで、高濃度水素ガスとは、水素含有率80%以上のガスをいう。この方法は、上述の第4の発明のコークスの製造方法の第4の処理工程を、高カロリーガスを回収した後の膨潤炭から高濃度水素ガスを回収するために利用している。

【0082】この方法で使用される石炭は、特に制限されず、第1の発明で利用したものと同様である。また、コールタールおよび重質油も、第1の発明と同様に、特

18

に制限されないが、コールタール、石炭熱分解タール、石炭ガス化タールに比べて、石油系重質油は水素含有率が高いため、本発明の方法においては好適に使用することができる。

【0083】石炭とコールタールおよび/または重質油の混合は、第1の発明と同様にを行うことができる。石炭とコールタールおよび/または重質油の混合比は、溶剤と石炭の種類によって適宜選択すればよい。高濃度水素ガスの他にコークスを得ようとする場合は、一般には石炭100重量部に対してコールタールおよび/または重質油50重量部以上が好ましく、より好ましくは100重量部以上である。また、コールタールと石油系重質油を併用する場合のこれらの混合比については特に限定されず、使用する石炭粉末の条件等に合うように適宜選択すればよい。

【0084】第5の発明の方法の第4の処理工程による高濃度水素ガスの回収は、1200℃以下の温度で行われる。処理温度が1200℃を超えた場合には、熱分解により発生するガスがほとんどなくなるためである。処理温度の下限値は、原料の石炭、コールタール、重質油の性状等を考慮して選択することができるため、特に限定されない。しかしながら、好ましくは、処理温度は600℃以上の温度である。なぜならば、600℃未満の処理温度では膨潤炭の分子構造中の芳香環側鎖の熱分解によるメタンや残留含酸素官能基の脱離による一酸化炭素等が熱分解ガス中に多く含まれてくるため、水素濃度の高いガスを得ることができない。従って、600℃以上、より好ましくは700℃以上の温度領域で熱分解した場合に、水素含有率80%以上の高濃度水素ガスを得ることができる。

【0085】この第5の発明の方法では、先に述べたように、コールタールおよび/または重質油が石炭粉末の微細空隙内に十分浸透しているため、重質成分は、軽質成分に比べ膨潤炭から分離されにくくなっている。このため重質成分は加熱容器中の膨潤炭に残る。これにより、第4の処理工程の工程において、原料石炭中の芳香環縮合反応時に生成する水素に加えて、コールタールおよび/または重質油中の重質成分の縮合反応によって生成する水素が加わり、膨潤処理を行わなかった場合に比べて水素ガス収量が向上する。

【0086】第4の発明の方法では、上述の第1の発明と同様に、例えば、単一のバッチタイプの反応容器、工程毎に設けられた複数の反応容器、および、複数の異なる温度の区域を有し、内部を被処理体が移動するにつれて第1ないし第4の処理工程が進行するように温度勾配を設けたパイプ型熱処理装置等のいずれのタイプの反応容器を用いることができる。

【0087】より具体的には、例えば、石炭とコールタールおよび/または重質油の混合物スラリーを、チューブ型の反応器内で移送しながら、膨潤（第1の処理工

10

20

30

40

50

程)、軽質成分除去(第2の処理工程)、低温および高温熱分解(第3、第4の処理工程)を一貫して行う方法や、石油系重質油スラリーを移送しながら低温熱分解(第3の処理工程)し、さらに複数のドラム型反応容器内で半回分式で最終工程(第4の処理工程)を行い高濃度水素ガスを得る、いわゆるディレドコーカーと同様の方法が使用できる。前者の装置を用いた場合、高濃度水素ガスはチューブ型反応器の最後部から回収でき、後者の装置の場合はディレドコーカー型反応器から回収することができる。また、第1の処理工程による膨潤工程までをスラリーとして取り扱い、第2～第4の処理工程の工程を固体として別の反応器によって行うこともできる。

【0088】第6の発明は、石炭とコールタールおよび/または重質油のガス化の方法である。この方法では、上述の高濃度水素ガスの製造方法で説明した第4の処理工程の後に残された固体炭素分をさらにガス化するための第5の処理工程を付加したものである。

【0089】この第5の処理工程では、上記固体炭素分をガス化剤存在下で加熱することにより、固体炭素分がガス化される。ここで用いられるガス化剤は、例えば、酸素または水蒸気である。この第5の処理工程は、第4の処理工程での余熱を利用して行っても良いし、加熱手段によりさらに加熱を行って行っても良い。後者の場合には、処理温度は、ここで、熱分解により最終的に得られる灰分が1200℃以上で加熱すると溶融して反応容器の内部に付着残留するおそれがあるので、比較的低温、例えば、1100℃未満、好ましくは800～900℃の温度でガス化することが好ましい。これにより、灰分を粉体の状態で簡単に排出させることができる。

【0090】第7の発明は、石炭からの熱分解成分ガスの回収方法である。この方法では、第1に、石炭を150～350℃の範囲内の温度で加熱する(第1の処理工程)。この工程は、石炭を熱分解させるための準備的な加熱を行う。ここで、処理温度は、150～350℃の範囲内である。150℃未満では、熱分解反応速度が著しく遅く、効率的な加熱処理ができないためである。一方、350℃を超えると、第2の加熱工程で回収しようとする高カロリーガス成分が混入し、第2の加熱工程で回収しようとする高カロリー成分ガスが混入し、第2の加熱工程での熱分解成分ガスの回収量が減るからである。

【0091】次に、第1の処理工程の後に石炭を1000℃以下の温度で加熱して熱分解成分ガスを回収する(第2の処理工程)。この工程での処理温度は1000℃以下である。処理温度が1000℃を超えた場合には、熱分解成分ガスの発生量が著しく少ないからである。処理温度の下限値は、原料の石炭の性状等を考慮して選択することができるため、特に限定されない。しかしながら、好ましくは、石炭の熱分解が起こり得る温度

以上であり、より具体的には400℃～800℃の範囲内から適宜選択される。

【0092】石炭の熱分解成分ガスの分別回収を目的として、第2の処理工程をさらに分割して行うことができる。例えば、以下に示すような範囲内の温度で加熱処理を行うことにより、異なる成分ガスを分別回収することができる。

【0093】400℃～450℃； エチレンおよびエタンを主成分とする高カロリーガス

500℃～600℃； メタンを主成分とする高カロリーガス

700℃～1000℃； 水素を主成分とするガス

ここで用いられる石炭は、特に制限はなく、例えば、泥炭、褐炭、亜瀝青炭、瀝青炭等を使用することができる。また、石炭粉末の粒度は、石炭粒子間での熱伝導を早くするために、粒径約5mm以下が好ましく、より好ましくは100μm以下が良い。石炭を粉砕するためには、機械せん断式粉砕機、高速回転式衝撃粉砕機、ボールミル、ロッドミル、ジェットミル等が使用できるが、ボールミルまたはロッドミルは石炭とコールタールおよび/または重質油との混合も同時に行うことができるのでより好ましい。

【0094】この方法の第1および第2の工程は、上述の第1の発明と同様に、例えば、単一のバッチタイプの反応容器、工程毎に設けられた複数の反応容器、および、複数の異なる温度の区域を有し、内部を被処理体が移動するにつれて第1ないし第2の処理工程が進行するように温度勾配を設けたパイプ型熱処理装置等のいずれのタイプの反応容器を用いることができる。パイプ型熱処理装置を用いた場合、複数の区域内の温度を、必要に応じて、夫々、予備加熱、軽質成分の除去、高カロリーガスの回収、および、水素ガスの回収に適した温度に設定することが好ましい。

【0095】

【実施例】以下、本発明の実施例について図面を参照して詳細に説明する。

【0096】実施例1 高カロリーガスの製造方法

図1は、本発明の高カロリーガスの製造方法に用いられる処理装置の一例を示すブロック図である。

【0097】図中11は、石炭12および重質油13を混合するための混合器である。混合器11は、リフター式2室構造の湿式ボールミル(ドラムサイズφ1200×3600mm)である。混合器11の出口側には、サービスタンク(容量5m³)14が、さらにその後段にはステンレス製反応管(反応器φ400×5000mm)からなる反応器15が設けられている。反応器15の出口側には、気流層型の熱分解炉16が設けられている。

【0098】このような構成からなる石炭および重質油の混合物の熱分解装置10において表1に示す性状を有

21

するウィットバンク炭について、熱分解を行った。まず、ウィットバンク炭500kgを粒度-3mm80%、すなわち粒子径3mm以下の粒子が全体の80%以上の重量割合になるように粉碎し、FCCデカントオイル750kgとともに混合器11に導入し、混合してスラリーを得た。得られたスラリーを二軸スクリーポン*

22

*フでサービスタンク14に導入し、一時貯留した。この際、膨潤固化が起こらないように100℃未満に維持した。

【0099】

【表1】

	元素分析値 (ドライベース, 重量%)						工業分析値 (重量%)		
	C	H	N	S	O	灰分	揮発分	固定炭素	水分
ウィットバンク炭	76.8	4.8	1.9	0.7	7.7	8.1	32.0	56.8	3.1
ブレイム炭	73.4	4.5	1.8	0.6	8.4	11.3	33.0	55.8	5.2
アリマ炭	77.2	5.5	1.6	0.6	11.5	3.6	43.2	53.2	6.0

次に、サービスタンク14からスラリーを押し出しポンプにより反応器15に供給し、ここで250℃に加熱して、スラリー中の石炭をFCCデカントオイルで膨潤および固化させた。

【0100】得られた膨潤炭、すなわち、石炭の微細構造中にFCCデカントオイルが浸透したものを、-200メッシュ70%に調製した後、1kg/hの速度で、500℃に維持された熱分解炉16に供給し、膨潤炭を熱分解し、高カロリーガス17およびタール、ガス液18および改質残渣19を分別回収した。これらの生成物の割合を表2に実施例1-1として示した。

【0101】一方、比較例として、同じウィットバンク炭を粒度-200メッシュ70%に調製した後、改質処理、すなわち上述のFCCデカントオイルとの混合および膨潤固化を行うことなく、上記実施例と同様の条件で※

※熱分解を行った。その生成物の割合を表2に比較例1-1として併記した。

【0102】また、FCCデカントオイルを使用する代わりにコークス炉から副生したコールタールを使用した以外は実施例1-1と同様にして膨潤、熱分解処理を行った場合の生成物の割合を実施例1-2として表2に併せて示す。

【0103】さらに、ウィットバンク炭の代わりにアリマ炭、FCCデカントオイルの代わりにコールタールを使用した以外は実施例1-1と同様にして膨潤、熱分解処理を行った場合の生成物の割合を実施例1-3として表2に併せて示す。

【0104】

【表2】

	ガス発生量 ($\text{m}^3\text{N/t-coal}$)	ガス発熱量 ($\text{kcal/m}^3\text{N}$)	ガス発生発熱量 (Mcal/t-coal)	改質残渣量 (kg/t-coal)	タール発生量 (kg/t-coal)
実施例1-1	129	7,980	1,029	1,099	1,335
実施例1-2	126	7,760	978	1,178	1,270
実施例1-3	135	7,360	994	1,158	1,270
比較例1-1	60	7,700	462	819	100

表2から明らかなように、実施例1-1~1-3の石炭の改質を行った後に熱分解を行った場合には、比較例1-1に比較して、ガス発熱量、ガス発生発熱量および改質残渣量の値が高かった。従って、例えば製鉄所において直接コークス用原料炭として使用できない非粘結炭、微粘結炭もしくは弱粘結炭を重質油またはコールタールで改質しながら、コークス炉ガスをはるかに上回る発熱量を有する高カロリーガスを併産することが可能である。

【0105】実施例2 石炭とコールタールおよび/または重質油との混合物の熱分解

40★図2は、本発明の石炭とコールタールおよび/または重質油の混合物の熱分解に用いられる処理装置の一例を示すブロック図である。

【0106】図中21は、石炭22とコールタールおよび/または重質油23とを混合するための混合器である。混合器21は、リフター式2室構造の湿式ボールミル(ドラムサイズφ1200×3600mm)である。混合器21の出口側には、二軸スクリーポンプ式のサービスタンク(容量5 m^3)24が、そのさらに後段にはステンレス製反応管(反応器φ400×5000mm)からなる反応器25が設けられている。反応器25

23

の出口側には、蒸発器26が設けられ、さらに蒸発器26の後段には、気流層型の熱分解炉27が設けられている。

【0107】このような構成からなる石炭とコールタールの混合物の熱分解装置20において表1に示す性状を有するウィットバンク炭について、熱分解を行った。まず、ウィットバンク炭500kgを粒度-3mm80%、すなわち粒子径3mm以下の粒子が全体の80%以上の重量割合になるように粉碎し、コールタール500kgおよびFCCデカントオイル1000kgとともに混合器21に導入し、混合してスラリーを得た。得られたスラリーを二軸スクリュウポンプでサービスタンク24に導入し、一時貯留した。この際、膨潤固化が起こらないように100℃未満に維持した。

【0108】サービスタンク24からスラリーを押し出しポンプにより反応器22に供給し、ここで250℃に加熱して、スラリー中の石炭をコールタールおよびFCCデカントオイルで膨潤および固化させた。得られた膨潤炭、すなわち、石炭の微細構造中にコールタールおよびFCCデカントオイルが浸透したものを、蒸発器26に導入し、380℃に加熱し、コールタールおよびFCCデカントオイル中の軽質成分9を除去した。これにより、石炭改質物、すなわち、石炭中にコールタールおよびFCCデカントオイルの重質成分だけが残留したものが得られる。

【0109】得られた石炭改質物の粒度を-200メッシュ70%に調製した後、1kg/hの速度で、800℃に維持された熱分解炉27に供給し、石炭改質物を熱分解し、高カロリーガス28、タール、ガス液混合物29並びにチャー30を分別回収した。これらの生成物の割合を表3に実施例2-1として示した。

【0110】一方、比較例として、同じウィットバンク炭を粒度-200メッシュ70%に調製した後、改質処理、すなわち上述のコールタールおよびFCCデカントオイルとの混合、膨潤・固化および軽質成分の分離除去を行うことなく、上記実施例と同様の条件で熱分解を行った。その生成物の割合を表3に比較例2-1として併記した。

【0111】また、上述の実施例2-1において、被処理対象のウィットバンク炭に代えて表1に示すオブティマム炭を使用し、かつ、コールタールおよびFCCデカントオイルに代えてコールタールを使用した以外は、同様の手順に従って、石炭の熱分解を行った。この結果として分別回収された高カロリーガス28およびタール、ガス液29並びにチャー30の割合を表3に実施例2-2として示した。

【0112】また、上述の実施例2-1において、被処理対象のウィットバンク炭に代えて表1に示すオブティマム炭を使用し、かつ、コールタールおよびFCCデカントオイルに代えてFCCデカントオイルを使用した以

24

外は、同様の手順に従って、石炭の熱分解を行った。この結果として分別回収された高カロリーガス28およびタール、ガス液29並びにチャー30の割合を表3に実施例2-3として示した。

【0113】

【表3】

(重量%)

	高カロリー ガス	タール	チャー	ガス液
実施例2-1	39	12	46	3
実施例2-2	31	9	55	5
実施例2-3	34	9	52	5
比較例2-1	28	7	62	3

表3から明らかなように、実施例2-1～2-3の石炭の改質を行った後に熱分解を行った場合には、いずれも、比較例2-1と比較して、ガスの割合が高く、利用価値の低いチャーの割合を低くすることができることが確認された。

【0114】実施例3 石炭の改質方法

図3は、本発明の石炭の改質方法に用いられる石炭改質装置の一例を示すブロック図である。

【0115】図中31は、石炭32およびコールタール33を混合するための混合器である。混合器31は、リフター式2室構造の湿式ボールミル（ドラムサイズφ1200×3600mm）である。混合器31の出口側には、ステンレス製反応管（反応器φ400×5000mm）からなる反応器34が設けられている。反応器34の出口側には、ニーダー式蒸発反応装置からなる蒸発器35が設けられている。また、混合器31および反応器34の間には、混合器31で調製されたスラリーを一旦貯蔵するためのサービスタンク（容量：5m³）36が別系統で設けられている。

【0116】上述の構成からなる石炭改質装置30において、表1に示す性状を有するウィットバンク炭、アリマ炭およびオブティマム炭について、石炭改質処理を行った（実施例3-1～3-3）。これらの石炭500kgを粒度-3mm80%に調製し、コールタール1500kgとともに混合器31に導き混合することによりスラリーを得た。このときの混合温度は100℃以上にならないようコントロールした。得られた混合物を二軸スクリュウポンプによりサービスタンク36に導き保存した。サービスタンク36内の温度は、膨潤化が起こらないように100℃未満に保持した。次に、サービスタンク36から押し出しポンプにより、反応器34に導き、350℃で5時間加熱することにより膨潤・固化し、膨潤炭を得た。得られた膨潤炭を蒸発器35に装入し、380℃に加熱し、圧力を40Torrに設定してコールター

25

ル中の軽質成分37を除去し、実施例3-1～3-3の改質炭38を得た。この改質炭38は、原料のウィットバンク炭にコールタール中の重質成分が石炭ベースで20重量%付加されたことになる。

【0117】こうして得られた実施例3-1～3-3の改質炭を評価するために使用する配合炭を調製した。この背後右端に使用する石炭を表4に示した。配合炭は、*

26

* 平均反射率 $R_0=1.0$ 、およびギーセラー最高流動度 $\log MF=2$ となるように、表5の5種の石炭を混合することによって調製した。混合は、混炭機を用いて行った。配合割合は表4に合わせて示した。

【0118】

【表4】

	配合比 (重量%) (無水ベース)					
	実施例 3-1～3-3	比較例 3-1	比較例 3-2	比較例 3-3	比較例 3-4	比較例 3-5
配合炭	50	100	50	50	50	50
改質炭	50	—	—	—	—	—
ウィットバンク炭	—	—	50	45	40	35
コークス	—	—	—	5	10	15

上記の配合炭と実施例3-1～3-3の改質炭を表5の割合で混合し、混炭機により10分間混炭して乾留用試料を製造した。なお、混炭の前に混合後の最終水分が80%になるように水を添加した。次いで、縦260mm×横260mm×高さ350mmの鋼製乾留缶に高密度が*

※0.73になるように前記乾留用試料16kgを装入した。

【0119】

【表5】

	石炭性状		配合割合 (重量%)
	R_0	$\log MF$	
米国炭 (中炭高流)	1.12	3.48	10
カナダ炭 (中炭中流)	1.26	1.23	14
豪州炭 (高炭中流)	1.34	1.86	15
豪州炭 (中低炭高流)	1.04	2.83	10
豪州炭 (中低炭中流)	0.77	1.76	51

次いで、予め1000℃に加熱された乾留炉に試料が装入された乾留缶を入れ、6時間乾留した。乾留終了後、乾留缶を乾留炉から取り出し、約20分間散水して消火および冷却を行った。得られたコークスの性状を表6に★

★示す。

【0120】

【表6】

	コークス性状		
	塊歩留り*1)	ドラム強度D ₄₅ ²⁰ (%)	ドラム強度D ₁₅ ¹⁵⁰ (%)
実施例3-1	96.5	94	80
実施例3-2	97.3	95	82
実施例3-3	98.1	95	83
実施例3-4	97.1	96	84
実施例3-5	96.9	95	81
実施例3-6	98.5	94	79
比較例3-1	94.8	92	79
比較例3-2	18.3	18	5
比較例3-3	75.5	62	38
比較例3-4	88.2	88	75
比較例3-5	82.3	79	63

*1: +15mmサイズの歩留り

次に、上述の石炭改質装置40において、表1に示す性状を有するウィットバンク炭、プリマ炭およびオプティマム炭について、実施例3-1～3-3と異なる条件で石炭処理操作を行った。これらの石炭500kgを粒度-3mm80%に調製し、コールタール1500kgとともに混合器31に導き混合することによりスラリーを得た。このときの混合温度は100℃以上にならないようコントロールした。得られた混合物を二軸スクリュポンプによりサービスタンク36に導き保存した。次に、サービスタンク36から得られたスラリーを反応器34に導いた。この反応器34の入り口付近の温度は100℃に、出口付近の温度は400℃に加熱し、この反応器34の内部での滞留時間が3時間になるように移送速度を設定して、スラリー中の石炭を膨潤・固化並びに軽質成分の除去を同時に行い、実施例3-4～3-6の改質炭を得た。

【0121】これらの実施例3-4～3-6の改質炭を評価するために、実施例3-1～3-3と同様の手順に従って、配合炭を調製し、次いでコークスを製造した。これらの結果を表6に併記する。

【0122】次いで、比較例3-1として、実施例3-1において改質炭を使用せずに配合炭のみを用いた以外は実施例3-1と全く同様の方法でコークスを得た。得られたコークスの性状を表6に併せて示す。なお、本比較例のコークスは、比較的高価な石炭を利用して製造した冶金用コークスに相当する。

【0123】次いで、比較例3-2として、実施例3-1において、改質炭の代わりに、未処理のウィットバン*50

*ク炭を同量添加する以外は実施例3-1と全く同様の方法でコークスを得た。得られたコークスの性状を表6に併せて示す。次いで、比較例3-3～3-5として、配合炭にコールタールピッチ（軟化点73℃）を表5の割合で添加し、実施例3-1と同様の方法でコークスを得た。得られたコークスの性状を表6に併せて示す。表6から明らかなように、本発明の方法により得られる実施例3-1～3-6の改質炭によって、比較例3-1の比較的高価な石炭を利用して調製した冶金用コークスと同程度の性状を有する優れたコークスを得ることができた。

【0124】実施例4 コールタールの改質方法

図4は、本発明のコールタールの改質方法に用いられるコールタール改質装置の一例を示すブロック図である。

【0125】図中41は、石炭42およびコールタール43を混合するための混合器である。混合器41は、リフター式2室構造の湿式ボールミル（ドラムサイズφ1200×3600mm）である。混合器41の出口側には、ステンレス製反応管（反応器φ400×5000mm）からなる反応器44が設けられている。反応器44の出口側には、ニーダー式蒸発反応装置からなる蒸発器45が設けられている。また、混合器41および反応器44の間には、混合器41で調製されたスラリーを一旦貯蔵するためのサービスタンク（容量：5m³）46が別系統で設けられている。

【0126】上述の構成からなるコールタール改質装置50において、表7に示す性状を有する製鉄用コークス炉タールについて、ウィットバンク炭、プリマ炭および

オブティマム炭を用いて改質処理を行った。これらの石炭500kgを粒度-3mm80%に調製し、コールタール1500kgとともに混合器41に導き混合することによりスラリーを得た。このときの混合温度は100℃以上にならないようコントロールした。得られた混合物を二軸スクリュウポンプによりサービスタンク46に導き保存することもできる。この場合、サービスタンク46内の温度は、膨潤化が起こらないように100℃未満に保持する。次に、スラリーを、混合器41から、直接またはサービスタンク46から押し出しポンプにより反応器44に導き、350℃で5時間加熱することにより膨潤・固化し、膨潤炭を得た。得られた膨潤炭を蒸発器45に装入し、380℃に加熱し、圧力を40Torrに*

*設定してコールタール中の重質成分を石炭中に残留させ、実施例4-1~4-3の軽質タール47を得た。この軽質タール47は、原料の石炭にコールタール中の重質成分が付加され、原料コールタールベースで80重量%に相当する。また、蒸発器45からは、軽質タール除去後の残渣48が排出される。こうして得られた実施例4-1~4-3の軽質タールを評価するために、トルエン不溶分、キノリン不溶分、ナフタリン分、タール酸分を分析し、また、常圧蒸留により、その蒸留性状を調べた。その結果を表7に併せて示す。

【0127】

【表7】

	製鉄用コールタール (原料)	実施例4-1 (ウイトバンク炭)	実施例4-2 (アリタ炭)	実施例4-3 (オブティマム炭)
水分(重量%)	2.88	2.52	1.88	1.99
トルエン不溶分(重量%)	4.6	0.15	0.09	0.10
キノリン不溶分(重量%)	1.87	0.05	0.02	0.04
ナフタリン(%)	11.0	14.7	14.2	13.5
タール酸 (mol/kg)	0.11	0.14	0.17	0.13
蒸留性状	初留点(℃)	184	181	179
	5%留出点(℃)	220	210	216
	10%留出点(℃)	226	218	224
	50%留出点(℃)	382	312	321
	80%留出点(℃)	527	413	432
	留出量(%)	83.5	96.7	95.8

得られた軽質タールは、製鉄用コークス炉から副生するコールタールを常圧蒸留および減圧蒸留して得られるナフタリン分を主成分とするいわゆる化学工業用タールに相当する。本発明の方法によれば、コークス炉から発生したコールタールを別途蒸留設備にて蒸留するよりも、簡便に軽質タールを得ることができる。また、ピッチと呼ばれる原料コールタール中の重質分は、従来は非微結炭への粘結材や、炭素材料等に利用されてきたが、本発明の方法によれば、原料石炭中に固定されるので、原料石炭に非、微若しくは弱粘結炭を使用する場合はコールタールの軽質化と同時に石炭の改質をも同時に行うことができる。

【0128】実施例5 冶金用コークスの製造方法

図5は、本発明の冶金用コークスの製造方法に用いられる装置の一例を示すブロック図である。図中51は、石

炭52およびコールタール53を混合するための混合器である。混合器51は、リフター式2室構造の湿式ボールミル(ドラムサイズφ1200×3600mm)である。混合器51の後段には、調製されたスラリーを一旦貯蔵するためのサービスタンク(容量:5m³)54が設けられている。サービスタンク54の出口側には、熱処理装置55が設けられている。

【0129】熱処理装置55は、図6に示すように、円筒状内管71と、内管71から離間して同心的に配置された円筒状外管72との二重管構造からなる。内管71と外管72は例えばSUSステンレス鋼で形成することができる。内管71の内部は、スラリーの熱処理(膨潤固化および熱分解)領域73を規定している。内管71と外管72との間の間隙は、円環状加熱領域74を規定している。

31

【0130】加熱領域74は、ドーナツ型円板状断熱板75a~75dで仕切られ、個々の加熱室74a~74eに区画されている。加熱室74a~74eは、それぞれに対応する熱処理領域73の区域を所定の温度に加熱するものであり、この加熱に対応して熱処理領域73は、図1に関して説明した区域66a~66eを構成する。すなわち、加熱室74a~74eには、燃料ガスと空気がそれぞれの供給源76および77からラインL1およびL2を介して各合流ラインL3から混合物として供給され、各加熱室74a~74e内部の各バーナーBで燃焼され、区域66a~66eを異なる温度で温度に加熱する。燃料ガスの流量は、目標とする温度に応じた比率で燃料ガスと空気が各加熱室74a~74e内で燃焼されるように、合流ラインL3前段の各流量調整弁Vで調整される。なお、各加熱室74a~74e内のバーナーBは、各加熱室の容積に応じその本数を適宜決定することができる。

【0131】内管71内には、スラリー65の圧送手段としてプランジャーポンプ式押出機78が設置されている。この押出機78は、行程距離の小さいものであり、そのヘッド78aは、内管71の内壁に摺接する。スラリー65を熱処理領域73内に供給するための供給管79の先端には、逆止弁80が設けられている。逆止弁80は、押出し機78の前進時に閉じ、後退時に開いてスラリーを少量ずつ熱処理領域73内へ供給する。押出機78の駆動により、スラリー65は、各区域66a~66eにおける十分な滞留時間をもって熱処理領域73を移送される。例えば、スラリー65は、熱処理領域73の容積に応じて約30時間かけて供給部から出口まで移送される。加熱室74a~74eは円環状であり、熱処理領域73を均一に加熱できるので、特に熱分解区域66c~66eにおいて熱分解の程度はそれぞれ均一となる。

【0132】熱分解区域66c~66eにおける石炭の熱分解生成物は、回収管の形態にある各回収手段67、69a~69b、および69から回収される。なお、回収管67、69a~69bおよび69はそれぞれ共通回収管（図示せず）に接続し、各熱分解生成物が集められる。

【0133】こうして熱分解された石炭は、熱処理装置55から残留炭素（チャーあるいはコークス）81として容器82内に回収される。なお、熱処理区域は、上記例に示した5つに限らず、所望の成分ガスの発生温度、

32

石炭の種類その他に応じて適宜設定することができる。

【0134】本実施例では、まず、石炭52およびコールタール53を混合器51に導入し、石炭52を粉砕し、コールタール53と混合してスラリーを調製する。この際の石炭粉末とコールタールとの混合比率は石炭1、00重量部に対してコールタール重量部150である。また、混合時間は30分である。混合の温度は、スラリーが膨潤および固化しないよう100℃未満に保った。

【0135】次に、得られたスラリーを、二軸スクローポンプによってサービスタンク54に導く。このサービスタンク54内の温度もスラリーの膨潤が起こらないように100℃未満とした。

【0136】熱処理装置55内の最初の区域66aは、スラリーを脱水する部分であり、加熱温度は150℃に設定した。次の区域66bは、スラリーを膨潤固化させる部分であり、加熱温度を350℃に設定し、加熱時間は2時間とした。この膨潤・固化領域66bにおいて、加熱によってコールタールが石炭粉末内部の微細空隙内まで浸透し、石炭組織は膨潤し、いわゆる膨潤炭となつて、次の領域66c~66eへと移送した。

【0137】次の領域66cは、膨潤炭から軽質成分57を回収する部分である。膨潤炭は、コールタールが石炭粉末の微細空隙内に十分浸透しているため、コールタール中の重質成分は、軽質成分57に比べ膨潤炭から分離されにくくなっている。このため重質成分は熱処理装置55中の膨潤炭中に残る。この軽質タールは、熱処理装置55の途中に設けられた回収管67により抜き取った。

【0138】次の領域66dは、軽質成分を除去した後の膨潤炭をさらに熱分解し、500℃で熱分解して高カロリーガス58を得る部分である。高カロリーガス58を、回収管68a~68bから連続的に得た。

【0139】最後の区域66eは、膨潤炭を800℃で熱分解し、コークス81を得るための領域である。ここでは、水素を主成分とする乾留ガス58を発生しながら、膨潤炭のコークス化が進行した。

【0140】上述のようにして、表8に示すような配合で原料石炭（ウィットバンク炭、プリマ炭、オブティマム炭）、各種溶剤（コールタール、コールタールピッチ）を混合し、熱分解して得られた実施例5-1~5-3のコークスの性状を表9に示す。

【0141】

【表8】

33

34

	実施例 5-1	実施例 5-2	実施例 5-3	比較例 5-1	比較例 5-2	比較例 5-3*
原料石炭	ウイトバンク 炭	アワ炭	オグタイム 炭	アワ炭	ウイトバンク 炭	コークス炉用 配合炭
原料溶剤	コールタール	コールタール	コールタール	コールタール + ガ	—	—
石炭/タール 比	1/1.5	1/1.5	1/1.5	1/0.6	—	—

* : コークス炉を用いた配合炭からのコークス

【表9】

	コークス性状		
	塊歩留り*1)	ドラム強度 D_{15}^{30} (%)	ドラム強度 D_{15}^{150} (%)
実施例5-1	94.5	95	81
実施例5-2	96.7	93	79
実施例5-3	98.6	97	85
比較例5-1	94.8	92	79
比較例5-2	18.3	18	5
比較例5-3	96.5	94	80

*1 : +15mmサイズの歩留り

表9の結果から、本実施例により得られたコークスは、膨潤固化工程において、原料の非粘結炭、微粘結炭、もしくは弱粘結炭がコールタールによって粘結性が付与され、粘結性を有する原料炭並に改質されているため、前段の500℃までの高カロリーガス抽出工程での低温乾留に続く800℃での熱分解により、強度の大きい塊コークスを得ることができる。特に、800℃での中低温乾留であっても、現行の約1000℃の高温乾留コークスと同程度の強度を得ることができる。

【0142】実施例6 高濃度水素ガスの製造方法 図7は、本発明の高濃度水素ガスの製造方法に用いられる装置の一例を示すブロック図である。図中91は、石炭92およびコールタール93を混合するための混合器である。混合器91は、リフター式2室構造の湿式ボールミル（ドラムサイズφ1200×3600mm）である。混合器91の後段には、調製されたスラリーを一旦貯蔵するためのサービスタンク（容量：5m³）94が設けられている。サービスタンク104の出口側には、熱処理装置55が設けられている。この熱処理装置55は、上述の実施例5で説明した図6で示すものと同様である。

【0143】本実施例では、まず、石炭92およびコールタール93を混合器91に導入し、石炭92を粉砕し、コールタール93と混合してスラリーを調製する。*50

*この際の石炭粉末とコールタールとの混合比率は石炭100重量部に対してコールタール重量部150である。また、混合時間は30分である。混合の温度は、スラリーが膨潤および固化しないよう100℃未満に保った。【0144】次に、得られたスラリーを、二軸スクリーポンプによってサービスタンク54に導く。このサービスタンク54内の温度もスラリーの膨潤が起これないように100℃未満とした。

【0145】熱処理装置55内の最初の区域66aは、スラリーを脱水する部分であり、加熱温度は150℃に設定した。次の区域66bは、スラリーを膨潤固化させる部分であり、加熱温度を350℃に設定し、加熱時間は2時間とした。この膨潤・固化領域66bにおいて、加熱によってコールタールが石炭粉末内部の微細空隙内まで浸透し、石炭組織は膨潤し、いわゆる膨潤炭となって、次の領域66c～66eへと移送した。

【0146】次の領域66cは、膨潤炭から軽質成分95を回収する部分である。膨潤炭は、コールタールが石炭粉末の微細空隙内に十分浸透しているため、コールタール中の重質成分は、軽質成分95に比べ膨潤炭から分離されにくくなっている。このため重質成分は熱処理装置55中の膨潤炭中に残る。この軽質タールは、熱処理装置55の途中に設けられた回収管67により抜き取った。

35

【0147】次の領域66dは、軽質成分を除去した後の膨潤炭をさらに熱分解し、500℃で熱分解して高カロリーガス96を得る部分である。高カロリーガス96を、回収管68a～68bから連続的に得た。

【0148】最後の区域66eは、膨潤炭を800℃で熱分解し、高濃度水素ガス97を得るための領域である。ここでは、前段の500℃での熱分解により、高カロリーガス96が発生し終わった後なので、発生する乾留ガスは水素を主成分とする高濃度水素ガス97であった。ガスの回収は、回収管69から連続的に得ることができた。一方、この領域において膨潤炭のコークス化が*

36

*進行し、熱処理装置55の出口からはコークス98が排出された。

【0149】以上のようにして、表8に示す配合で原料石炭（ウィットバンク炭、プリマ炭、オプティマム炭）、各種溶剤（コールタール、コールタールピッチ）を混合し、熱分解して得られた実施例6-1～6-3の水素リッチガスの組成、発生量、発熱量を表10に示す。

【0150】

【表10】

		実施例6-1	実施例6-2	実施例6-3
ガス組成 (vol%)	H ₂	82	82	80
	CO ₂	—	—	—
	CO	16	14	17
	CH ₄	2	4	3
	C _m H _n	—	—	—
ガス発生量 (m ³ N/t-coal)		88	85	90
ガス発熱量 (kcal/m ³ N)		2,770	2,881	2,834

表10の結果から、本実施例により得られた高濃度水素ガスは、水素含有率がいずれも80%以上と高く、化学工業用に有用なガスである。また、従来の石炭ガス化ガスの改質による水素ガス製造よりも簡便かつ低コストで高濃度水素ガスを得ることができる。

【0151】実施例7 石炭およびコールタールまたは重質油のガス化

図8は、本発明の石炭およびコールタールまたは重質油のガス化方法のための装置の一例を示すブロック図である。図中101は、石炭102とタール103を混合するための混合器である。混合器101は、リフター式2室構造の湿式ボールミル（ドラムサイズφ1200×3600mm）である。混合器101の後段には、調製されたスラリーを一旦貯蔵するためのサービスタンク（容量：5m³）104が設けられている。サービスタンク104の出口側には、熱処理装置105が設けられている。この熱処理装置105は、上述の実施例5で説明した図6で示すものと同様の構成からなる熱分解領域部分Aと、図9に示すガス化領域部分Bからなる。

【0152】熱分解領域部分Aの出口側には、管110の一重管構造からなるガス化領域部分Bが連設されている。この管110には、4つのガス化剤吹き込み口112a～112dが設けられている。ガス化剤吹き込み口※

※112a～112dは、ガス化剤供給源113に接続されている。ガス化領域部分Bの管110には熱分解領域部分Aから送り出されてきた固体炭素分111がガス化剤の存在下でガス化して、中カロリーガスを生成させる。

【0153】生成した中カロリーガスは、ガス化剤吹き込み口112a～112dよりも前段に設けられた、回収管の形態にある回収手段114a、114bから回収される。回収管114a、114bには、中カロリーガスの回収タンク115が接続されている。

【0154】一方、残留炭素分ガス化領域部分Bの最後段部には、残された灰分116を排出するための排出部117が設けられている。適当な間隔で排出部117の排出管118の途中に設けられたストップ119を開き、回収容器120に灰分116を回収するようになっている。

【0155】上述のようなガス化領域部分Bを備えた熱分解装置105を使用し、各区域66a～66fにおいて、下記に示すように150℃から900℃にわたって段階的に温度を上昇させる実質的にステップ状の温度勾配を呈するように温度を設定し、また、各区域に66a～66fにおける滞留時間を下記のように設定した。

【0156】

区域	温度(℃)	滞留時間(時間)
膨潤固化 66a	350	4

37			38
熱分解	66b	400	2
	66c	450	2
	66d	500	2
	66e	700~800	4
	66f	800~900	5

粒度-3mm以下80%、即ち、粒径3mm以下の石炭粒子の全体に対する重量割合が80%以上であるように粉碎調製されたプリマ炭（水分6.0%、灰分4.6%、揮発分43.7%）を、供給速度12.1kg/時でボールミルに供給した。同時に、コールタールを供給速度18.1kg/時でボールミルに供給し、両者を混合した。こうして得られたスラリー状の石炭/コールタール混合物をタンクに貯蔵した。このタンクからスラリーを供給速度30.2kg/時の割合で熱処理装置105に供給した。

【0157】はじめ液体であったスラリーは、膨潤・固化のための区域66aを4時間かけて移動する間に膨潤および固化して固体となった。その後、スラリーが400~900℃の温度勾配を有する熱分解のための各区域66b~66eを移動する間に、スラリーが熱分解して発生した熱分解ガスが夫々の区域に設けられた回収管67~69から回収された。得られたガスの成分組成および低位発熱量を表11に示す。

【0158】

* 【表11】

	成分組成 (vol%)					発熱量 (kcal/Nm ³)
	CH ₄	C ₂ +*	CO ₂	CO	H ₂	
全量						
66a	10	15	60			3,900
66b	52	35	2			12,200
66c	50	27			18	8,800
66d	38	10		15	30	6,600
66e					87	
66f			35	20	43	

* C₂+は、炭素数2以上の炭化水素ガスを意味する。

また、400~500℃の温度範囲内の区域66b~66dにおいて、熱分解ガスと共にコールタールおよびガス液が19.1kg/時回収された。このようにして熱分解処理が施された後に残された固体炭素分は、ガス化領域区分Bにおいて、酸素および水蒸気雰囲気下で800~900℃の温度でガス化され、中カロリーガス109を、回収管114a、114bから回収した。また、排出部117から残留物が0.8kg/時の割合で排出された。

【0159】実施例8 石炭からの熱分解成分ガスの回収方法

図10は、本発明の石炭からの熱分解成分ガスの回収方法に用いられる処理装置の一例を示すブロック図である。図中120は、石炭121単味に対して熱処理を施すためのパイプ型熱分解装置である。熱分解装置120には、石炭の供給側から出口側に向かって石炭121の熱分解が進行するように温度勾配（例えば、100℃から1,000℃までに渡る）が設けられている。そして、パイプ型熱分解装置120は、この温度勾配に沿って複数の異なる温度の熱分解域（図10では122a~122eの5つの領域）が設定されており、各熱分解域は、図示しない加熱手段によりそれぞれの温度に加熱さ

※れる。

30 【0160】熱分解域122b~122eには、それぞれの領域で発生する熱分解生成物を装置外部に回収するための回収手段123~127が設けられている。

【0161】図11は、図10に示したパイプ型熱分解装置120を示す断面図である。熱分解装置120は、円筒状内管131と、内管131から離間して同心的に配置された円筒状外管132との二重管構造からなる。内管131と外管132は、例えばSUSステンレス鋼で形成した。内管131の内部は、石炭の熱分解領域133を規定している。内管131と外管132との間の間隙は、熱分解領域加熱用の円環状加熱領域134を規定している。

【0162】加熱領域134は、ドーナツ型円板状断熱板135a~135dで仕切られ、個々の加熱室134a~134eに区画されている。加熱室134a~134eは、それぞれに対応する熱分解領域133の部分（熱分解域）を所定の温度に加熱するものであり、この加熱に対応して熱分解領域133は、図10に関して説明した熱分解域122a~122eを構成する。

【0163】燃料ガスの流量は、目標とする温度に応じた比率で燃料ガスと空気が各加熱室134b~134e

39

内で燃焼されるように、合流ラインL3前段の各流量調整弁Vで調整される。

【0164】内管131内には、石炭121の圧送手段としてスクリュフィーダー式押出機138が設置されている。この押出機138の回転駆動により、熱分解領域133にホッパー139から供給された石炭121は、各熱分解域122b～122eにおける充分な滞留時間をもって熱分解領域133を移送される。

【0165】熱分解域122b～122eにおける石炭の熱分解生成物は、図10に関して説明した回収手段123～126に相当する回収管123a～123e、124a～124c、125a～125d、および126a～126bから回収される。なお、回収管123a～123e、124a～124c、125a～125d、および126a～126bは、それぞれ共通回収管（図示せず）に接続し、各熱分解生成物が集められる。こうして熱分解された石炭は、パイプ型熱分解装置120から残留炭素140として容器141内に回収される。

【0166】上述のようなパイプ型熱分解装置120を使用して以下の試験を行った。第1に、パイプ型熱分解装置120の熱分解域122a～122eにおける温度および石炭の滞留時間を以下のように設定した。

【0167】

熱分解域	温度(℃)	滞留時間(時間)*
熱分解域	温度(℃)	
12a	300	
12b	450	

ホッパーから石炭121としてプリマ炭（インドネシア産）（灰分4.6%、揮発分43.7%）を約30kg/時の割合で供給した。スクリュフィーダー式押出機138は低速で回転させ、石炭121の供給から排出までの所要時間は約8時間であった。

【0171】石炭121が上述の温度に設定された熱分解域122aおよび122b内を移送される間に、各々の熱分解域に設けられた回収管123、124から生成した熱分解ガスを回収した。得られたガスの成分組成、※

熱分解域	温度(℃)
122a	350
122b	400
122c	500
122d	800

ホッパーから石炭121としてプリマ炭（インドネシア産）（灰分4.6%、揮発分43.7%）を約30kg/時の割合で供給した。スクリュフィーダー式押出機138は低速で回転させ、石炭121の供給から排出までの所要時間は約10.5時間であった。

【0174】石炭121が上述の温度に設定された熱分解域122a～122d内を移送される間に、各々の熱分解域に設けられた回収管123～125から生成した熱分解ガスを回収した。得られたガスの成分組成、低位★50

40

*122a	400	3
122b	450	2
122c	500	1
122d	700	1
122e	800	1

ホッパーから石炭121としてプリマ炭（インドネシア産）（灰分4.6%、揮発分43.7%）を約30kg/時の割合で供給した。スクリュフィーダー式押出機138は低速で回転させ、石炭121の供給から排出までの所要時間は約9時間であった。

【0168】石炭121が上述の温度に設定された熱分解域122a～122e内を移送される間に、各々の熱分解域に設けられた回収管123～127から生成した熱分解ガスを回収した。得られたガスの成分組成、低位発熱量およびガス発生量を表12に例8-1としてまとめた。また、石炭121が熱分解域122a～122c内を約6時間かけて移送される間にタールおよびガス液が熱分解ガスと共に4.8kg/時回収された。

【0169】第2に、上述のようなパイプ型熱分解装置120において熱分解域122aおよび122bのみを使用し、夫々の温度および滞留時間は以下のように設定した。

【0170】

滞留時間(時間)
2
5

※低位発熱量およびガス発生量を表12に例8-2としてまとめた。また、石炭121が熱分解域122a、122b内を約7時間かけて移送される間にタールおよびガス液が熱分解ガスと共に4.1kg/時回収された。

【0172】第3に、パイプ型熱分解装置120において熱分解域122a～122dのみを使用し、夫々の熱分解域における温度および石炭の滞留時間を以下のように設定した。

【0173】

滞留時間(時間)
2
3
2.5
2

★発熱量およびガス発生量を表12に例8-3としてまとめた。また、石炭121が熱分解域122a～122c内を約7.5時間かけて移送される間にタールおよびガス液が熱分解ガスと共に5.1kg/時回収された。

【0175】第4に、パイプ型熱分解装置120において熱分解域122aおよび122bのみを使用し、夫々の温度および滞留時間は以下のように設定した。

【0176】

熱分解域	温度(℃)	滞留時間(時間)
------	-------	----------

41

122a 350 1
122b 450 1.5
ホッパーから石炭121としてアリマ炭（インドネシア産）（灰分4.6%、揮発分43.7%）を約30kg/時の割合で供給した。スクリーフィーダー式押出機138は低速で回転させ、石炭121の供給から排出までの所要時間は約2.5時間であった。

【0177】石炭121が上述の温度に設定された熱分解域122aおよび122b内を移送される間に、各々の熱分解域に設けられた回収管123、124から生成*

熱分解域	温度(℃)	滞留時間(時間)
122a	400	1
122b	500	1.5

ホッパーから石炭121としてオプティマム炭（南アフリカ共和国産）（灰分10.5%、揮発分32.9%）を約30kg/時の割合で供給した。スクリーフィーダー式押出機138は低速で回転させ、石炭121の供給から排出までの所要時間は約2.5時間であった。

【0180】石炭121が上述の温度に設定された熱分解域122aおよび122b内を移送される間に、各々の熱分解域に設けられた回収管123、124から生成した熱分解ガスを回収した。得られたガスの成分組成、低位発熱量およびガス発生量を表12に例8-5として※

42

*した熱分解ガスを回収した。得られたガスの成分組成、低位発熱量およびガス発生量を表12に例8-4としてにまとめた。また、石炭121が熱分解域122a、122b内を約2時間かけて移送される間にタールおよびガス液が熱分解ガスと共に3.9kg/時回収された。【0178】第5に、パイプ型熱分解装置120において熱分解域122aおよび122bのみを使用し、夫々の温度および滞留時間は以下のように設定した。

【0179】

※まとめた。また、石炭121が熱分解域122a、122b内を約2時間かけて移送される間にタールおよびガス液が熱分解ガスと共に3.9kg/時回収された。【0181】従来技術による例8-6、7として、コークス炉ガス及び前記「常圧下のメタン化による都市ガスの製造」によるメタン化コークス炉ガスを上記例8-1～5において得られた高カロリー成分ガスと比較して表12に併記する。

【0182】

【表12】

		発生量 (Nm ³ /h)	成分組成 (vol%)					低位発熱量 (kcal/Nm ³)
			CH ₄	C ₂ +*	CO ₂	CO	H ₂	
例 8-1	全量	7.506						
	122a	1.035	36	26	24	13	1	8,900
	122b	1.008	55	20	10	8	7	8,000
	122c	0.831	43	7	11	16	23	5,800
	122d	3.036	6	1	8	10	75	2,900
	122e	1.596	2	1	3	5	89	2,800
例 8-2	全量	2.097						
	122a	0.468	7	5	68	16	4	3,500
	122b	1.629	50	28	7	8	9	8,600
例 8-3	全量	8.100						
	122a	0.267	15	15	47	14	9	4,100
	122b	1.590	48	37	5	7	3	9,800
	122c	4.350	57	6	3	13	21	6,700
	122d	1.893	5	0	0	10	85	2,900
例 8-4	全量	4.110						
	122a	0.258	26	15	39	15	5	5,000
	122b	3.852	59	24	4	5	8	8,900
例 8-5	全量	3.600						
	122a	0.702	49	35	5	6	5	9,600
	122b	2.898	55	23	6	6	10	8,542
例 8-6 (コークス炉ガス)		—	30			7	55	4,600
例 8-7 (メタン化コークス炉ガス)		—	36		38	6	11	3,500

* C₂+は、炭素数2以上の炭素水素ガスを意味する。

以上の結果からわかるように、本発明の石炭の熱分解成分ガスの回収方法によれば、所望の熱分解成分ガスを選択的に回収することができる。

【0183】また、第1の区域において150ないし350℃の範囲内の温度で石炭を熱分解することにより、例8-1、8-3、8-4のように、第1の区域からは、二酸化炭素を主成分とする低カロリーガス（初期熱分解ガス）が回収され、第2の区域で回収されるメタン、炭化水素を主成分とする高カロリーガスへの低カロリーガスの混入を防止することができることが確認された。特に、第1の区域での処理温度を400℃として行った例8-1の熱分解域122aから回収されたガスよりも、第1の区域での処理温度を350℃とした例8-3の122bから回収されたガスの方が二酸化炭素濃度が20%近くも低く、低位発熱量は900Kcal/Nm³上昇した。

【0184】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の高カロリーガスの製造方法によれば、石炭とコールタールまたは／および重質油を混合してスラリーとし、このスラリーを150～350℃に加熱してスラリー中の石炭をコールタール／および重質油で膨潤させて膨潤炭を得。これにより、設備費が高い高圧高温設備や、高価な水素、水素供与性溶剤を使用することなく、安価なコールタールおよび／または重質油を用いて石炭を改質し、簡便なプロセスにより膨潤炭の熱分解を効率的且つ経済的に行うことにより、高カロリーガスを製造することができる。

【0185】また、本発明の石炭の改質方法によれば、石炭とコールタール／および重質油を混合してスラリーとし、このスラリーを150～350℃に加熱してスラリー中の石炭をコールタール／および重質油で膨潤させて膨潤炭を得、膨潤炭から軽質成分のみを分離回収することにより、設備費が高い高圧高温設備や、高価な水素、水素供与性溶剤を使用することなく、簡便なプロセスにより効率的且つ経済的に改質炭を製造できる。

【0186】また、本発明のコールタールおよび／または重質油の改質方法によれば、石炭とコールタール／および重質油を混合してスラリーとし、このスラリーを150～350℃に加熱してスラリー中の石炭をコールタール／および重質油で膨潤させて膨潤炭を得、さらに膨潤炭を加熱して軽質成分を分離回収することにより、簡便な設備で改質タールを製造することができる。

【0187】また、本発明のコークスの製造方法によれば、石炭とコールタール／および重質油を混合してスラリーとし、このスラリーを150～350℃に加熱してスラリー中の石炭をコールタール／および重質油で膨潤させて膨潤炭を得、膨潤炭を加熱して軽質成分を分離回収し、さらに簡便な設備で膨潤炭の低温乾留および高温乾留を行い、効率的且つ経済的にコークスを製造するこ

とができる。

【0188】また、本発明の高濃度水素ガスの製造方法によれば、石炭とコールタール／および重質油を混合してスラリーとし、このスラリーを150～350℃に加熱してスラリー中の石炭をコールタール／および重質油で膨潤させて膨潤炭を得、膨潤炭を加熱して軽質成分を分離回収し、さらに簡便な設備で膨潤炭の低温乾留および高温乾留を行い、効率的且つ経済的に高濃度水素ガスを製造することができる。

【0189】また、本発明の石炭とコールタール／および重質油のガス化方法によれば、石炭とコールタール／および重質油を混合してスラリーとし、このスラリーを150～350℃に加熱してスラリー中の石炭をコールタール／および重質油で膨潤させて膨潤炭を得、膨潤炭を加熱して軽質成分を分離回収し、次いで、簡便な設備で膨潤炭の低温乾留および高温乾留を行って、高カロリーガスおよび高濃度水素ガスを得、さらに、ガス化剤の存在下で残留炭素分を分解して中カロリーガスを効率的且つ経済的に得ることができる。

【0190】また、本発明の石炭からの熱分解成分ガスの回収方法によれば、まず、150～350℃の範囲内の温度で石炭を熱分解し、低カロリー成分ガスを除いた後、次の熱分解工程で石炭を熱分解することにより、低位発熱量の非常に高い高カロリーガスを効率的且つ経済的に得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の高カロリーガスの製造方法に用いられる処理装置の一例を示すブロック図。

【図2】本発明の石炭とコールタールおよび／または重質油の混合物の熱分解に用いられる処理装置の一例を示すブロック図。

【図3】本発明の石炭の改質方法に用いられる石炭改質装置の一例を示すブロック図。

【図4】本発明のコールタールの改質方法に用いられるコールタール改質装置の一例を示すブロック図。

【図5】本発明のコークスの製造方法に用いられる装置の一例を示すブロック図。

【図6】図5に示すコークスの製造方法に用いられる装置の熱処理装置を示す断面図。

【図7】本発明の高濃度水素ガスの製造方法に用いられる装置の一例を示すブロック図。

【図8】本発明の石炭およびコールタールまたは重質油のガス化方法のための装置の一例を示すブロック図。

【図9】図8に示す石炭およびコールタールまたは重質油のガス化方法のための装置のガス化領域部分を示す断面図。

【図10】本発明の石炭の熱分解成分ガスの回収方法に用いられる処理装置の一例を示すブロック図。

【図11】図10に示した石炭の熱分解成分ガスの回収方法に用いられる処理装置のパイプ型熱分解装置を示す

45

46

断面図。

【符号の説明】

10…高カロリーガス製造装置、
 20…石炭とコールタールの混合物の熱分解処理装置、
 40…石炭改質装置、
 50…コールタール改質装置、
 55、105…熱分解装置、
 120…パイプ型熱分解装置
 11、21、31、41、51、91、101…混合
 器、
 12、22、32、42、52、92、102、121

…石炭、

13、23、33、43、53、93、103、…コー
 ルタール、

15、25、35、44、52…反応器、

16、27…熱分解炉、

26、36、45…蒸発器、

14、24、34、46、54、94、104…サービ
 スタンク、

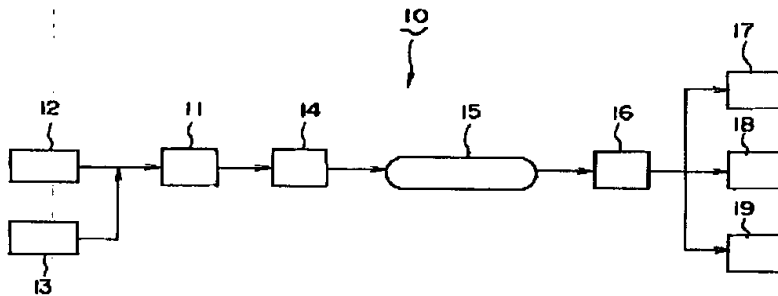
17、28、58、96…高カロリーガス、

10 97…高濃度水素ガス、30…チャー、38…改質炭、

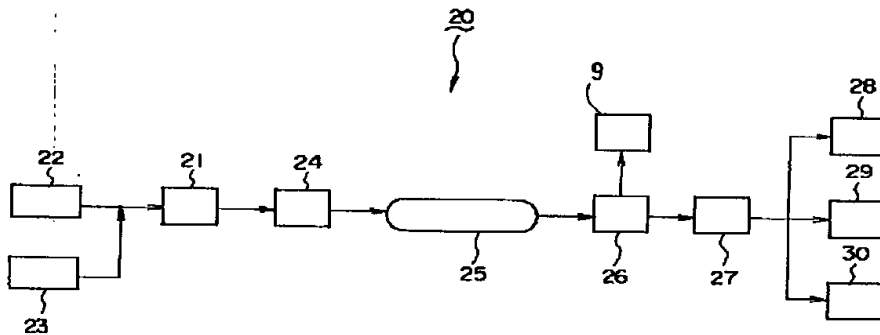
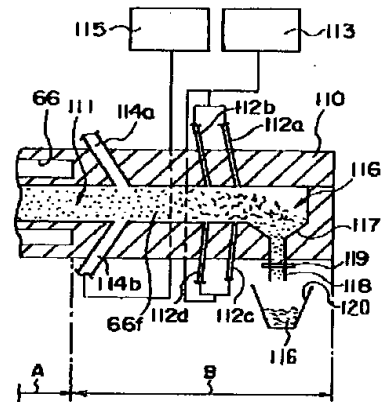
81、98…コークス。

【図1】

【図9】

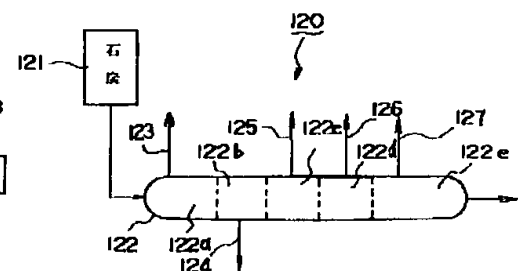
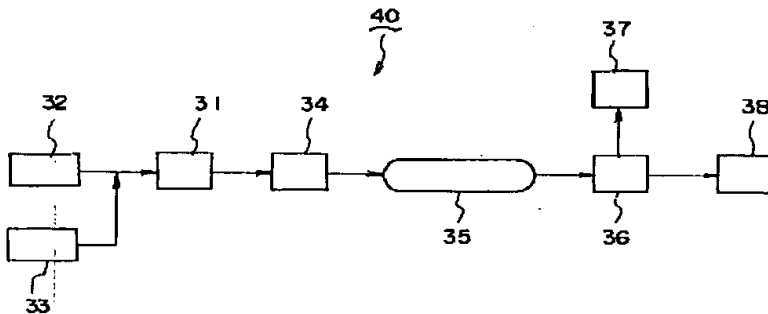


【図2】

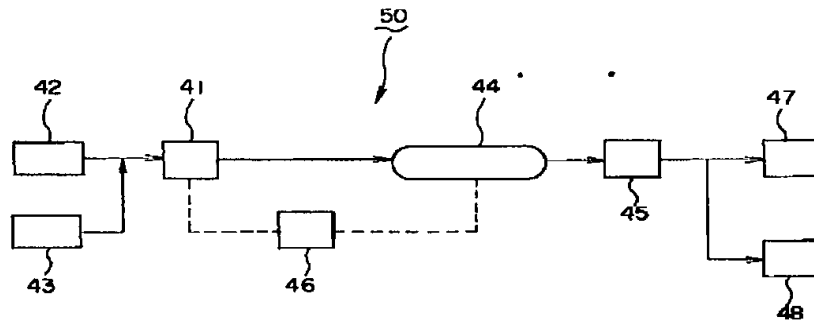


【図3】

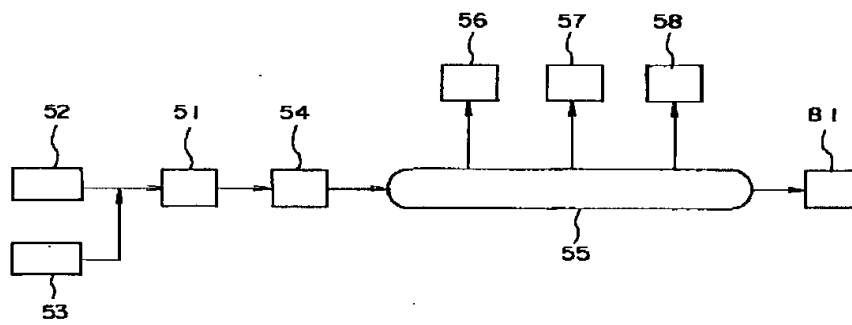
【図10】



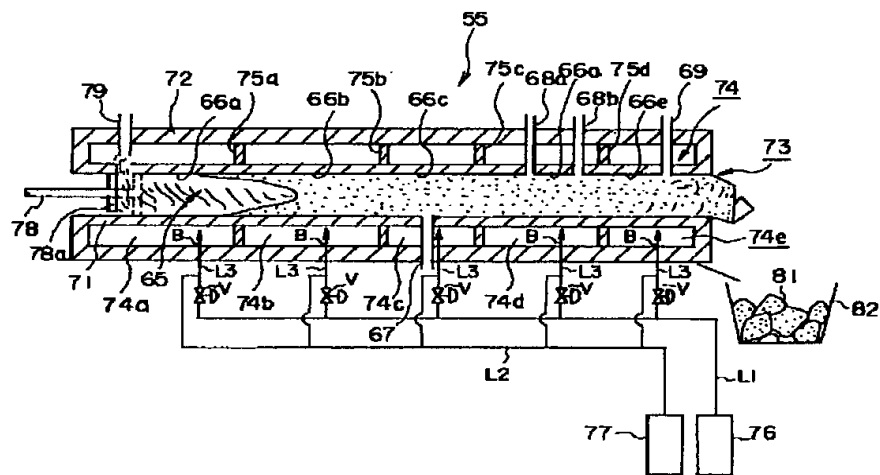
【図4】



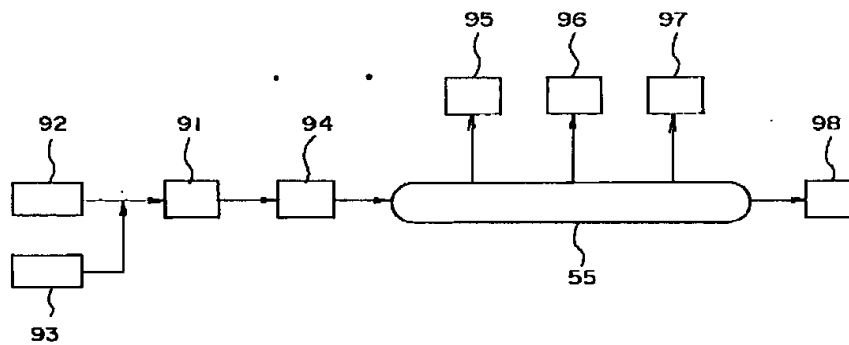
【図5】



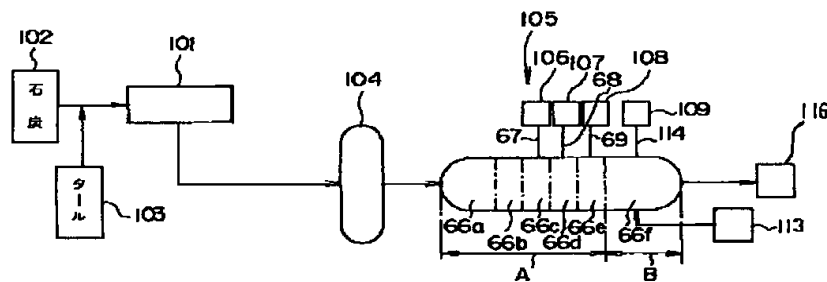
【図6】



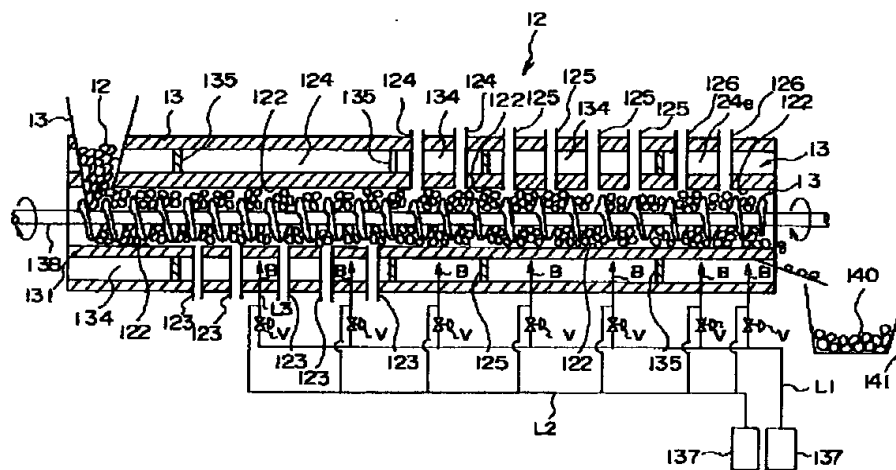
【図7】



【図8】



【図11】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁶

C 10 G 1/02

C 10 J 3/46

C 10 K 3/00

識別記号

片内整理番号

9547-4H

F I

C 10 G 1/02

C 10 J 3/46

C 10 K 3/00

技術表示箇所

Z

(27)

特開平9-3457

C10L 1/32

6958-4H

C10L 1/32

D